BHS I B 21

I. B. 23.

709 1

Nro 709 =

Grundriß
der
Bergbaukunde

von

C. P. Brard

Oberbergmeister zu Alais, Mitgliede mehrerer gelehrten Gesellschaften ꝛc.

Aus dem Französischen übersetzt und umgearbeitet

von

Dr. Carl Friedr. Alex. Hartmann

Herzoglich Braunschweig'schem Bergcommissair, Mitgliede mehrerer Akademien und gelehrten Gesellschaften ꝛc.

BIBLIOTHEK DER K. B. GENERAL BERGW. U. SALINEN ADMINISTR.

Mit einem Atlas von 12 Kupfertafeln.

Berlin, bei August Rücker.

1830.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Dem

Königl. Preußischen Oberbergamts-Assessor

Herrn von Dechen

zu Bonn

aus

inniger Hochachtung und Freundschaft

gewidmet

von dem

Uebersetzer.

Vorrede des Uebersetzers.

Das Original zu dem vorliegendem Werke wurde im vorigen Jahre, unter dem Titel: Elémens pratiques d'Exploitation, von dem würdigen Oberbergmeister Brard zu Alais im Dordogne-Departement in der Absicht herausgegeben, angehenden Bergbeamten, Bergwerkseigenthümern, Gewerken und denen, die sich aus irgend einem Grunde über Gegenstände des Bergbaues belehren wollen, ein brauchbares Lehr- und Handbuch zu liefern.

Der gänzliche Mangel unserer deutschen Literatur an einem solchen Werke veranlaßte mich, dasselbe zu übersetzen und umzuarbeiten; denn letzteres war sehr nöthig, um das Werk für deutsche Bergleute brauchbar zu machen. Diese größtentheils in der Uebersetzung selbst bezeichneten Umänderungen sind so bedeutend, daß das Buch wenigstens zur Hälfte als mein Eigenthum angesehen werden muß. Die Quellen, aus denen ich schöpfte, sind überall treu angegeben worden; ebenso rühren auch die vielen literarischen Hinweisungen von mir her. Ich fand diese um so nöthiger, da, bei der geringen Bogenzahl und nach dem Plane des Werkes, die meisten Gegenstände nicht weitläufig und vollständig ausgeführt werden konnten, so daß es viele Leser gern sehen werden, daß bei den verschiedenen Abschnitten die vorzüglichern Schriften und Aufsätze angeführt sind. Anfängern sind diese Nachweisungen aber von wesentlichem Nutzen, da es ihnen häufig an einem Führer fehlt, wenn sie über diesen oder jenen Gegenstand sich ausführlicher unterrichten wollen.

Der Mangel an einem recht guten Hand- oder Lehrbuche der Bergbaukunde ist recht fühlbar, da das zu seiner Zeit klassische Werk von Delius jetzt ganz und gar veraltet ist, das von Villefosse aber nicht als Lehrbuch benutzt werden kann. Das vorliegende Werk hilft dem Mangel freilich auch nicht vollkommen ab, und ich gestehe, bei der Bearbeitung desselben die Schwierigkeiten, welche die Ausführung einer vollständigen Arbeit dieser Art mit sich führt, recht wohl eingesehen zu haben; indeß schmeichle ich mir, daß dasselbe doch immer genügend sein wird, die nöthigste Belehrung zu geben; eine ausführliche und erschöpfende kann nur in einem sehr voluminösen Werke vorgetragen werden, da der Steinkohlenbergbau jetzt an Wichtigkeit dem Erzbergbau nichts nachgiebt, und für sich allein schon Bände erfordert, um nach allen seinen Verhältnissen dargestellt zu werden.

Ueber die Einrichtung und den Plan des Werks ist hier nichts zu erinnern nöthig, da die sehr vollständige Inhaltsanzeige darüber genügenden Aufschluß giebt, auch ein Register entbehrlich macht.

Ich erlaube mir nur noch den Wunsch auszusprechen, daß das Buch eine günstige Aufnahme und eine nachsichtsvolle Beurtheilung finden möge.

Blankenburg am Harz, im April 1830.

Hartmann.

Inhaltsanzeige.

Seite

Erstes Hauptstück. Anzeigen von dem Vorhandensein der Erze, vom Vorkommen derselben im Schooß der Erde und von ihrer Aufsuchung.

1. Abschnitt. Nähere und entferntere, gewisse und verneinende Anzeigen von dem Vorhandensein der Erze und brennbaren Mineralien 1

2. Abschnitt. Vorkommen der Erze und brennbaren Mineralien im Innern der Erde. — Lager. — Flötze. — Lagerartige Stöcke. — Gänge. — Trümmer. — Stockwerke. — Gangartige Stöcke. — Nester und Nieren. — Butzen. — Rücken. — Erweiterungen und Verdrückungen. — Verwirrungen und andere Veränderungen . . 6

3. Abschnitt. Untersuchung der Oberfläche. Versucharbeiten auf Erze, brennbare Mineralien und Gewässer, durch Ueberröschen, durch Stollen, Schächte und durch Bohren mit dem Erdbohrer 35

Untersuchungen auf Steinkohlen 36
Untersuchungen auf Braunkohlen 39
Aufsuchung des Torfes 40
Aufsuchung von Quellen . . . . . —
Versuchsbaue 43
Der Bergbohrer 52
Manipulation beim Bohren 55
Vergleichende Kosten-Berechnung der Bohrarbeit und des Absinkens eines Versuchsschachtes 58
Verzögerungen und Unfälle 61
Aufsicht 62
Ungewisse Fälle 64
Fälle, in denen die Bohrarbeit der Bergbohrer mit Erfolg angewendet werden kann 65
Untersuchung auf Quellwasser mittelst des Bergbohrers, und von den artesischen oder Springbrunen 66

Seite

Aufsuchung der Springquellen 67
Beispiele von artesischen Brunnen, die mit Erfolg in verschiedenen Gebirgsarten vorgerichtet worden sind 69
Ungefähre Kosten ihrer Anlage 73

Zweites Hauptstück. Der eigentliche Grubenbetrieb.

1. Abschnitt. Von dem bergmännischen Gezähe und dem Geleucht 77

1. Abtheilung. Gezähe, welche zur Lostrennung des Gesteins dienen: die Keilhauen 78
Die Keile (Fimmel, Wölfe) 81
Die Treibefäustel 83
Die Brechstangen 84
Schaufeln und Kratzen 85

2. Abtheilung. Gezähe, welche bei der Sprengarbeit benutzt werden.
Die Handfäustel 86
Die Spitzen 87
Die Gesteineisen 88
Die Bohrer zur Schießarbeit 89
Der Krätzer 93
Die Räumnadel 94
Der Stampfer . . . . . —

3. Abtheilung. Geräthe, welche zur Erleuchtung dienen.
Die Lampen 95
Die Feuerzeuge 97

2. Abschnitt. Von der Festigkeit des Gesteins und von der Arbeit auf demselben (Häuerarbeiten).
Festigkeit des Gesteins 101
Spreng- oder Schießarbeit 108

3. Abschnitt. Von den Fahrten, Treppen und andern Mitteln, um in die Gruben hinabzufahren 127
4. Abschnitt. Von dem Betriebe der Torfgräbereien . 132
5. Abschnitt. Vom Steinbruchsbau 135
6. Abschnitt. Von den Stockwerksbauen 142
7. Abschnitt. Von dem Querbaue 156
8. Abschnitt. Von dem Abbau der regelmäßigen Flötze und Lager 161
9. Abschnitt. Von den Stroffen- und Förstenbauen . 177
10. Abschnitt. Von dem Scheiden der Erze in der Grube 184
11. Abschnitt. Von den Betriebe der Seifenwerke . . 187

Seite

12. Abschnitt. Von der Gewinnung des Steinsalzes, des salzführenden Gebirges und der Salzsoole.

Gewinnung des Steinsalzes 191
Gewinnung des Salzes durch Auslaugen des salzführenden Gebirges 197
Gewinnung der Salzsoole 208

Drittes Hauptstück. Von der Förderung 212

1. Abschnitt. Von der Streckenförderung 213
Förderung auf dem Rücken 214

I. Schleifende oder rutschende Förderungsmethoden:

1. Schlepp- oder Schleiftrogförderung 215
2. Schlittenförderung 217

II. Rollende Streckenförderungsmethoden 218

1. Laufkarrenförderung 220
2. Hundeförderung:
a. Ungarische Hundeförderung 222
b. Deutsche Hundeförderung 224
3. Wagenförderung, Wagengestänge und Schienenwege 225

Fördergefäße 230
Vierrädrige Förderwagen:
1. der deutsche Rollgestellwagen 231
2. der englische Rollgestellwagen 232
3. der deutsche Gestellwagen . . . . . —
4. der englische Gestellwagen . . . . . —
5. der deutsche Rollwagen 234
6. der englische Rollwagen . . . . . —
7. der deutsche Wagen . . . . . —
8. der englische Wagen . . . . . —

III. Förderung durch Navigation oder mittelst Kähnen . 235
Förderung auf Diagonalen 238
Förderung in Bremsbergen 240
Rollloch-Förderung 242

2. Abschnitt. Von der Schachtförderung 243
Ketten und Seile 244
Fördergefäße 247

I. Haspelförderung 250
Schwungradhaspel 256
Vorlegehaspel 257

II. Pferdegöpelförderung . . . . . —

III. Wassergöpelförderung 261

IV. Dampfmaschinenförderung 264

Seite

Förderung mittelst einer Kette ohne Ende 266
Mittelst eines Gegengewichts 267

3. Abschnitt. Von der Tageförderung 268

Viertes Hauptstück. Von der Sicherung der Menschen im Baue 274

1. Abschnitt. Unterstützung des Gebirges 275

1. Abtheilung. Von der Grubenzimmerung 277
Auswahl und Vorbereitung des Grubenholzes . . . 279
Hinstellung der Thürstockzimmerung 285
Zimmerung schwebender Strecken oder sehr flacher Schächte 287
Zimmerung der Haspelstätten . . . . . —
Schachtzimmerung 288
Stempel- oder Kastenzimmerung 298

2. Abtheilung. Von der Grubenmauerung.
Streckenmauerung 301
Schachtmauerung 307

2. Abschnitt. Von der Wasserhaltung 320

1. Abtheilung. Von den Wasserlosungsstollen . . . 321

2. Abtheilung. Von der Wasserhebung mittelst Tonnen und Pumpen 327

3. Abtheilung. Von dem Verdämmen der Wasser in den Schächten, und von andern Vorkehrungen gegen Ueberschwemmung der Gruben 338

3. Abschnitt. Von den Grubenwettern und der Wetterlosung 346
Vom kohlensauren Gase . . . . . —
Von dem Stickstoffgase 348
Von dem Wasserstoffgase 349
Wetterscheider, Wetterthüren, Wetterlutten, Wetterbläser, Wettersauger und Wetteröfen 352
Von der Davy'schen Sicherheitslampe 361
Von den Respirations-Apparaten 365
Von der Anwendung des Chlorkalks zur Verbesserung der Grubenwetter 368
Von dem Grubenbrande u. d. Temperatur in d. Gruben 371
Von der den Ertrunkenen, Erstickten und Verbrannten zu leistenden Hülfe 379

Fünftes Hauptstück. Von der Markscheidekunst . . 385

1. Abschnitt. Von den Markscheide-Instrumenten . . 388
2. Abschnitt. Von den Operationen der Markscheidekunst 394
3. Abschnitt. Sinus-Tafeln 414

Erstes Hauptstück.

Anzeigen von dem Vorhandensein der Erze, vom Vorkommen derselben im Schooß der Erde und von ihrer Aufsuchung.

Erster Abschnitt.

Nähere und entferntere, gewisse und verneinende Anzeigen von dem Vorhandensein der Erze und brennbaren Mineralien.

Man hat lange Zeit hindurch geglaubt, daß das Vorhandensein der Erze und der Steinkohlen sich auf der Erdoberfläche durch besondere Zeichen darthäte, die nicht ein Jeder kenne; gewisse Individuen hatten sich dieser Art von Zauberei bemächtigt, und betrieben den Bergbau zu ihrem Vortheil und zum Nachtheile der Leichtgläubigen, die sich ihnen anvertraut hatten. Wer sollte nicht von den Brunnengräbern und Ruthengängern gehört haben, die da vorgaben, daß sie eigenthümliche Gefühle, ein gewisses Zittern bekämen, wenn sie über eine Quelle, über einen Erzgang, über ein Steinkohlenflötz, oder über einen vergrabenen Schatz hinweggingen? Kluge und gebildete Leute haben diesen Aberglauben getheilt, und obgleich die Herrschaft der Wünschelruthe längst verschwunden ist, so trifft man doch den Glauben daran noch hie und da bei dem gemeinen Bergarbeiter.

Ja in neuern Zeiten hat man die Sache sogar mit der Doctrin des thierischen Magnetismus in Verbindung zu bringen gesucht, indem man meinte, daß die Metallmassen, die Steinkohlenflötze und die Quellen auf gewisse Menschen wie Elektrophore einwirken könnten.

Ich glaube weder an die Wirkungen des Somnambulismus, noch an die der Wünschelruthe; nur bin ich der Meinung, daß es bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft passend sein wird, zu untersuchen, ob der Aberglaube, nachdem man jede Charlatanerie entfernt hat, nicht einige Wahrheit verberge, deren Existenz wir verkennen können.

Doch glaube ich in Wahrheit nicht, daß es, nachdem man allen Charlatanismus entfernt hat, irgend eine Grube oder eine Quelle giebt, die durch die Wünschelruthe aufgefunden worden ist.

Wir nehmen daher nur natürliche Anzeigen an, die jedoch nicht alle einen gleichen Grad der Wichtigkeit haben, aus welchem Grunde wir sie folgendermaßen eintheilen:

in entferntere Anzeigen,
in nähere, und
in gewisse, welche letztere in dem Ausgehenden der Lagerstätten bestehen.

Die entferntern Anzeigen sind Felsarten, Mineralien oder fossile Muscheln, die eine Formation oder ein Gebirge, in welchen man gewöhnlich dies oder jenes nutzbare Mineral antrifft, charakterisiren. So sind z. B. der Kohlensandstein und der Schieferthon entferntere Anzeigen von dem Dasein der Steinkohlen, weil sie nur die Steinkohlenformation charakterisiren, ohne die Nachbarschaft des Combustibils selbst darzuthun. Der Schwefel und gewisse Gipse sind entferntere Anzeigen von dem Vorhandensein des Salzes und der Salzquellen; die fossilen Süßwasser-Muscheln, die in gewissen Kalksteinen vorkommen, sind

entferntere Anzeigen von Braunkohlen; gewisse Granite sind entferntere Anzeigen von dem Zinn, denn dieses Metall findet sich fast immer in dieser Felsart eingesprengt. Jedoch darf man nicht das eine aus dem andern folgern, d. h. das Vorhandensein des Zinnes aus dem Dasein des Granits.

Nähere Anzeigen sind Felsarten und Mineralien, welche die Nachbarschaft von diesem oder jenem nutzbaren Mineral darthun, weil sie es immer, oder fast immer begleiten. So sind die mit Pflanzenabdrücken, und besonders mit Schilfblättern bedeckten Schiefer, der schwarze und kohlenhaltige Thon, das kohlensaure Eisen und der bituminöse Schiefer nähere Anzeigen von den Steinkohlen, weil die Abdrücke, und besonders der schwarze Thon, die Steinkohlenflötze unmittelbar berühren und bedecken, und weil der bituminöse Schiefer, so wie das kohlensaure Eisen, oft mit denselben vermengt vorkommen.

Die nähere Anzeige des Zinnes ist der Wolfram, weil dieses Mineral das Zinn stets begleitet. Jedoch ist es keine sichere Anzeige, da in Sibirien z. B. sehr viel Wolfram, aber bis jetzt noch kein Zinn gefunden worden ist.

Die salzhaltigen Thone sind die nähern Anzeigen von dem Vorhandensein des Salzes, und da sie stets von Gips bedeckt sind, so glauben die Bergleute den salzführenden Schichten sehr nahe zu sein, wenn sie zu dem Gips gelangt sind. Jedoch beweis't das nicht, daß man einem Steinsalzlager, sondern nur salzhaltigen Thonen nahe sei, welches ganz verschieden ist, wie wir weiter unten sehen werden, wenn wir von dem Betriebe der Salinen reden.

Quarz, Schwerspath, Kalkspath, Flußspath bilden die gewöhnlichsten Gangarten der Blei-, Kupfer-, Zink- und Silbererze; man findet aber eine große Menge von Quarz-, Schwerspath-, Kalkspath- und Flußspathgängen, die ohne

alle Erzführung, oder ganz taub sind, und diese können daher noch keine gewisse Anzeigen abgeben.

Welches sind denn nun die Anzeigen, die gar keinen Zweifel lassen, und die denen, welche sie angetroffen haben, alle Sicherheit gewähren? Das sind nun freilich sehr wenige, und eigentlich sind die gewissen Anzeigen von dem Vorhandensein der Steinkohlen und der Erze nur das Vorkommen der Steinkohlen und der Erze auf der Erdoberfläche selbst. Es ist das Ausgehende der Lagerstätten, das sich in Schluchten, Steinbrüchen, in den Betten der Ströme und Bäche, an den Wänden steiler Felsen, oder unter dem Rasen durch Hacken und Pflügen zeigt. Das Pflanzen eines Baumes, die Urbarmachung eines Waldes, die Aufwerfung eines Chaussee- oder eines Fundamentsgrabens zu einem Gebäude, sind oft hinreichend, den Gegenstand einer großen Unternehmung an das Licht zu bringen. Jedoch, und ich spreche es besonders aus, müssen diese Anzeigen, so gewiß sie auch sind, und obgleich sie alle das Vorhandensein eines nutzbaren Erzes darthun, doch nur mit Klugheit und Vorsicht unternommene Versuchsarbeiten veranlassen, denn sie zeigen auf keine absolute Weise, daß an einem Orte eine hinlängliche Menge von Erz oder Brennmaterial vorhanden sei, um große Ausgaben zu decken. Ein Stück Kupfer, so groß als eine Nuß, ist hinreichend, um einen ganzen Felsen mit Kupfergrün zu überziehen. Ein Schnürchen Steinkohlen, nur einige Zolle mächtig, kann, indem es sich zerstreuet, einen Raum von mehreren Fußen schwärzen. Man muß deshalb tief umhacken lassen, und in der Nähe den Befund betrachten. Nur mit Hülfe von regelmäßigen und stets sehr kostspieligen Arbeiten erlangt man Sicherheit, und kann die Mächtigkeit, den Reichthum und die Constanz irgend einer Erzlagerstätte taxiren. Sehr oft ist es der Fall, daß die Menge der Erze mit der Teufe abnimmt, oder daß sie einige Lachter unter Tage gänzlich verschwin-

den, und alsdann bereuet man die übereilten Ausgaben für die Luxusgebäude, die nun ganz zwecklosen Directions-Wohnungen, und alle die General- und Administrationskosten, von denen ein entstehender Bergbau immer befreiet bleiben muß. Einige hölzerne Hütten, ein tüchtiger Steiger, so wie die Anweisungen eines benachbarten Bergbeamten, sind, so lange die Versuchsarbeiten dauern, hinreichend; Director und andere Beamte braucht man nur dann erst zu ernennen, sobald dargethan, daß die wichtigern Ausrichtungsbaue vorgenommen werden können, wobei die stete Beaufsichtigung und Leitung von Seiten Sachverständiger erforderlich ist, und die nicht einen genauen Plan befolgende Vorrichtung der Baue unter und über Tage, große Nachtheile haben würde.

Demnach, ich wiederhole es nochmals, ist die gewisse Anzeige von einem Erze oder von einem Combustibil nur das Ausgehende, d. h. der über Tage oder an der Erdoberfläche sichtbare Theil von einem Gange oder einem Lager, woraus man mit Recht folgern kann, daß darunter eine gewisse Menge von dem oder jenem nutzbaren Mineral existire.

Das Ausgehende eines Steinkohlenflötzes muß, wenn es einiges Zutrauen erwecken soll, sich in der Gestalt eines schwarzen Streifens von einer gewissen Stärke, geraden Richtung und Regelmäßigkeit, und nicht als eine krumme und unregelmäßige Ader, zeigen. Die Nieren von fetter und glänzender Kohle, die hie und da in dem Kohlensandstein vorkommen, sind kein Ausgehendes eines Flötzes, und dürfen nicht die Veranlassung zu kostspieligen Untersuchungen werden. Stets aber ist zur Aufsuchung von nutzbaren Mineralien viel Zeit, Geld und Ausdauer erforderlich. Die Steinkohlenbergwerke von Anzin im französischen Nord-Departement liefern ein Beispiel davon. Die Untersuchungsarbeiten zu denselben begannen 1716; aber erst im Jahre 1734 wurde, nach unsäglich vielen Versuchen und nach

Aufopferung bedeutender Geldsummen, ein bauwürdiges Flötz mit trefflichen Kohlen aufgefunden, und so der Grund zu den ausgedehntesten, reichsten und wichtigsten unter den Steinkohlenbergwerken Frankreichs gelegt *).

Zweiter Abschnitt.

Vorkommen der Erze und der brennbaren Mineralien im Innern der Erde. — Lager. — Flötze. — Lagerartige Stöcke. — Gänge. — Trümmer. — Stockwerke. — Gangartige Stöcke. — Nester und Nieren. — Butzen. — Rücken. — Erweiterungen. — Verdrückungen. — Verwirrungen und andere Veränderungen.

Die Erze und Combustibilien kommen auf verschiedenartige Weise im Innern der Erde vor, d. h. diese nutzbaren Substanzen bilden Lager, Gänge oder Stöcke, und diese verschiedenen Lagerstätten, ihre Abänderungen und Veränderungen sind es, die wir hier nach einander untersuchen wollen.

Die meisten Gebirge bestehen aus Felsarten, die in mehr oder minder mächtigen Schichten abgesetzt zu sein scheinen, welche von dem Auge entweder durch den Unterschied ihrer Farbe oder ihrer Textur, oder durch eine geringe Unterbrechung der Continuität unterschieden werden, und diese verschiedenen parallelen Schichten sind es, die man Lager nennt.

Die Lager liegen über einander; die ältesten sind folglich die untersten und tiefsten, denn jedes ist das Resultat eines Absatzes; auch sind sie oft von sehr verschiedener Na-

---

*) Mancherlei Belehrungen über diesen Gegenstand gewährt des Geheimraths von Leonhard „Agenda geognostica, Hülfsbuch für reisende Gebirgsforscher. Heidelberg 1829," auf welches verwiesen wird. H.

tur, obgleich sie in unmittelbarer Berührung mit einander stehen. So liegt die Steinkohle, die gewöhnlich in Lagern, oder wie man die hier nennt, in Flötzen vorkommt, auf Sandstein, und ist von Thon bedeckt; so sind die ebenfalls lagerartig vorkommenden Braunkohlen durch Kalkstein oder Thon ꝛc. bedeckt.

Eine unendliche Menge an allen Punkten der Erde gemachte Beobachtungen haben ganz deutlich bewiesen, daß gewisse Gebirgsarten nie unter gewissen andern liegen, woraus man natürlich gefolgert hat, daß die stets unten liegende vor der darüber liegenden abgesetzt worden, und daß sie älter sei *). Dies ist nun für den Bergbau von großer Wichtigkeit, denn es folgt aus diesen Beobachtungen, daß es z. B. eine Thorheit sein würde, den Granit in der Hoffnung durchsinken zu wollen, darunter das Steinkohlengebirge zu finden, weil Granit gewöhnlich das Grundgebirge von allen übrigen ist.

So würde es auch eine Thorheit sein, wollte man das Zinn in Gebirgsarten suchen, die fossile Muscheln enthalten, weil man dieses Metall immer nur in älteren Ge-

---

*) Dies ist nicht unbedingt der Fall. Nach dem jetzigen Stande unserer geognostischen Kenntnisse müssen wir alle Gebirgs- oder Felsarten in zwei Abtheilungen, geschichtete und ungeschichtete oder massige, theilen. Nur von erstern gilt das oben von Herrn Brard Gesagte, indem sie größtentheils als Resultat eines chemischen oder mechanischen Absatzes aus dem allgemeinen Gewässer anzusehen sind. Die massiven Felsarten dagegen, Granit, Quarzfels, die verschiedenen sogenannten Trapparten und Porphyre, Basalt ꝛc., sind der höchsten Wahrscheinlichkeit nach die Resultate einer Schmelzung oder feurigen Veränderung, die sie im Innern der Erde erlitten haben, worauf sie denn zu sehr verschiedenen Epochen emporgehoben wurden. Nun kann eine solche Felsart unter einer geschichteten liegen, ohne daß man folgern darf, sie sei älter als diese, da die Emporhebung an ihre jetzige Stelle weit später geschehen sein kann. Siehe Bakewell's Grundriß der Geognosie, bearbeitet von C. Hartmann, Berlin 1829.

H.

birgen gefunden hat, welche lange vor dem Auftreten derer entstanden sind, die fossile oder versteinerte organische Körper eingeschlossen enthalten.

Den Zeitraum, welcher zwischen der Bildung zweier auf einander liegender Lager, oder zweier verschiedener Gebirgsarten-Classen, verflossen ist, kennen wir durchaus nicht; allein man ist zu der Annahme berechtigt, daß, je mehr Analogie die Lager unter einander haben, um desto näher sich auch die Epoche ihrer Bildung stehe. Wie wichtig nun auch die Kenntniß des relativen Alters der Felsarten für die Bergbaukunde ist, so ganz gleichgültig ist die des wirklichen Alters derselben. Es würde daher überflüssig sein, wollten wir uns länger dabei aufhalten; es ist hinreichend, als Grundsatz anzunehmen, daß die Lager, aus denen die Gebirge bestehen, nichts anderes als das deutliche Resultat so vieler Perioden sind, während welcher sich dies oder jenes Mineral abgesetzt hat, daß ferner diejenigen, welche aus nutzbaren Mineralien bestehen, wie die übrigen, alle den Veränderungen und Modificationen, die ihre Wichtigkeit vermindern, unterworfen worden sind.

Wir betrüben uns, wenn ein Steinkohlenflötz absetzt, wenn ein Erz ärmer wird; wir können uns kaum überreden, daß das Combustibil oder das Metall, die dem Bergbau Treibenden alles sind, in der Natur nicht mehr Werth haben, als der Sandstein, der Quarz oder Schwerspath, die kein Interesse für uns haben, ebenfalls aber Veränderungen und Abwechselungen erleiden. Da nun endlich die Lager und Flötze selten vollkommen horizontal, sondern oft geneigt, zuweilen auch gedreht und gebogen sind, ja selbst auch vertical stehen, so muß man wohl annehmen, daß die Absätze, welche sie gebildet haben, oft gestört und umgestürzt worden sind. Wir müssen ferner annehmen, daß das Grundgebirge, auf welchem der Absatz statt gefunden hat, seine Formen und seine eigenen Veränderungen den es unmittelbar bedeckenden Schichten mittheilen mußte, und

da es hinlänglich dargethan worden ist, daß die Erdoberfläche eine Menge allgemeiner und partieller Revolutionen erlitten hat, so darf man sich nicht verwundern, daß die Schichten durch diese Katastrophen verrückt worden sind. Die Unregelmäßigkeiten, die man in den aus nutzbaren Mineralien bestehenden Lagern bemerkt, die unsern bergmännischen Arbeiten entgegen sind und unsere Hoffnungen zerstören, lassen sich daher auf diese Weise leicht erklären.

Die Steinkohlen, die Braunkohlen, der Anthrazit, die bituminösen Schiefer, alle Kalksteine, der Gips, die Thone, der Thonschiefer bilden in den Gebirgen, denen sie angehören, Lager; die Metalle aber, wenn man das Eisen ausnimmt, finden sich in diesen Lagern blos in Körnern, in Schnürchen oder in mehr oder minder bedeutenden Massen vertheilt. Man kann nicht sagen, daß sie Lager für sich bilden, und wenn man selbst ein oder zwei Beispiele anführen könnte, die dieser allgemeinen Regel entgegen sind, so würden wir diese dennoch annehmen müssen. Das bleihaltige Lager von Tarnowitz in Oberschlesien z. B., welches man bis Olkutz bei Cracau verfolgen kann, woselbst es ebenfalls abgebauet wird, besteht aus einem eisenhaltigen Mergel, in welchem die Bleierze in Trümmern (schmalen Gängen) oder in Nieren eingesprengt vorkommen. Das Lager des Bleiberges bei Commern in Rheinpreußen ist ein sehr loser Sandstein, der Nieren oder dort so genannte Knoten von Bleierzen enthält.

Die Lager aller Art erleiden viele Störungen und Unregelmäßigkeiten, von denen am Ende dieses Abschnittes speciell geredet werden wird. Ehe wir jedoch weiter gehen, wollen wir noch einige Verhältnisse der Lager betrachten.

Wie schon bemerkt wurde, nennt man die Lager in Flötzgebirgen vorzugsweise Flötze, die in tertiären, aufgeschwemmten und vulkanischen Gebirgen, Bänke. Die Schicht, von welcher ein Lager oder Flötz nach oben be-

gränzt wird, oder von welcher es bedeckt ist, heißt das Hangende oder Dach, die Schicht, auf welcher es ruhet, oder die es bedeckt, das Liegende oder die Sohle. Die Fläche des Lagers oder Flötzes, welche an der Oberfläche der Erde erscheint, heißt das Ausgehende. Die Ausdehnung eines Lagers oder Flötzes bestimmt man aus dem Raume, welchen es nach seiner Länge (seinem Streichen), seiner Breite (dem Fallen oder Verflächen) und seiner Dicke (oder Mächtigkeit) einnimmt. Stellen wir uns nun ein Lager im Allgemeinen als ein rechtwinkliges Parallelepipedum vor, so ergeben sich seine Dimensionen aus der Messung dreier senkrecht auf einander stehender Seiten, d. h. der Länge, Breite und Tiefe, und folglich müssen wir auch die Stellung der Linien, welche die Dimensionen derselben ausdrücken, in senkrechter Richtung gegen einander suchen, wodurch es leicht wird, aus der Lage der einen jene der beiden andern zu bestimmen.

Mächtigkeit nennt man daher den senkrechten Abstand vom Dach bis zur Sohle; sie ist sehr verschieden, und beträgt zuweilen nur einige Zolle, zuweilen aber mehrere Lachter. Zuweilen hält es sehr schwer, die Mächtigkeit genau zu bestimmen, weil hin und wieder am Hangenden und Liegenden deutliche Gränzen fehlen.

Bei einem und demselben Lager wechselt die Mächtigkeit in seiner Erstreckung in die Länge und Tiefe sehr ab. Bei Kohlenflötzen ist sie nicht selten in den tiefsten Punkten am größten, und wird gegen den Tag hin geringer. In der Erstreckung in die Länge legt sich manchmal ein mehr oder weniger keilförmiges Stück vom Dache (ein Keil) auf das Flötz, und macht es dort minder mächtig, oder das Dach legt sich auf die Sohle, wodurch das Flötz ganz verdrückt wird.

Wenn bei Verdrückungen das Lager oder Flötz allmählig immer schmäler wird, und sich endlich ganz verliert, so daß es keilförmig endet, so sagt man: es habe sich

ausgekeilt. Jedoch legen sich ausgekeilte Lager auch wieder an, und erhalten auch wohl ihre vorige Mächtigkeit wieder, wie dies z. B. bei dem Zinnoberlager zu Schneeberg in Sachsen der Fall war.

Haben die Lager bei einer großen Mächtigkeit eine geringe Erstreckung in die Länge und Breite, so werden sie sphäroidisch oder stockförmig, und man nennt sie liegende Stöcke. Senkrecht oder seiger fallende (auf dem Kopfe stehende) Lager aber, welche sehr mächtig und dagegen in ihrer Ausdehnung in die Länge und Tiefe verhältnißmäßig beschränkt sind, heißen stehende Stöcke *). Bei einer Längen- und Breiten-Erstreckung von 20 bis 50 Lachter beträgt ihre Mächtigkeit nicht selten 10 bis 20 Lachter. Beispiele von liegenden Stöcken liefern die Erzmasse des Rammelsberges am Harz, der Kupfererzstock in dem Florimundi-Gebirge bei Moldava im Bannate, verschiedene Erzmassen in Scandinavien, z. B. die zu Fahlun und zu Sala, auch gehören verschiedene Steinsalzmassen in den Alpen, in Ungarn, Siebenbürgen und in Spanien hieher. Stehende stockförmige Lager sind z. B. der Kupferkiesstock zu Agordo in Spanien, das Steinkohlenflötz zu Creusot in Frankreich ꝛc.

Wenn die Mächtigkeit eines Lagers, im Verhältniß zu seiner Längen- und Breiten-Erstreckung, außerordentlich groß ist, so nennt man dasselbe ein Stückgebirge. Beispiele von solchen Massen sind der Taberg in Schweden, der aus Magneteisenstein besteht, der Steinsalzberg von Cordona in Spanien.

Das Fallen, Einschießen oder Verflächen der Lager und Flötze (ihre Ausdehnung in die Tiefe) richtet sich gewöhnlich nach dem Abfalle des Gebirges, d. h. sie fal-

---

*) Stehende Stöcke nennt man auch wohl nur die gangartigen Stöcke, und die lagerartigen, die wir hier betrachten, nur liegende.

H.

len mit den Gebirgsschichten parallel unter denselben Winkel und nach derselben Himmelsgegend. Selten sind sie söhlig, gewöhnlich beträgt ihr Fallen aber unter 45°; jedoch giebt es auch ganz seigere oder auf dem Kopfe stehende Lager. Die mit dem Horizont parallel liegenden Lager und Flötze nennt man söhlige, von 0 bis 15° fallende schwebende, von 15 bis 45° flache, von 45 bis 75° tonnlägige, und von 75 bis 90° stehende. — Gegen den Abhang des Gebirges einschießende Lager nennt man widersinnig fallende. — Die Bestimmung des Fallens geschieht mittelst des Gradbogens, von welchem weiter unten im fünften Hauptstücke das Nöthige vorgetragen werden wird. — Es ist ein unterscheidendes Kennzeichen der Lager und Flötze, daß sie parallel mit den Gebirgsschichten fallen, und sie nicht durchschneiden. — Auch das Streichen der Lager und Flötze oder der Winkel, den sie mit der Mittagsebene bilden, ist parallel mit dem der Gebirgsschichten. Die Bestimmung des Streichens geschieht mit dem Compaß, und wird dieserhalb auf das fünfte Hauptstück des Werks verwiesen.

Zuweilen machen die Lager oder Flötze, den Unebenheiten des Grundgebirges folgend, flache, sattelförmige Biegungen, und bilden dann Buckel. Sind die Biegungen aber concav, so daß sie als mehr oder weniger sanfte oder tiefe wellenförmige Vertiefungen erscheinen, so nennt man sie Mulden oder Becken.

Die Gänge sind die Zeugen der großen Revolutionen, von denen wir schon weiter oben geredet haben, und wenn wir gewissermaßen die Lagen eines Gebirges den Gesteinschichten eines Gebäudes vergleichen können, so kann man die Gänge auch mit den Rissen oder Spalten der Mauern vergleichen, die das Resultat einiger beim Aufbau begangener Fehler, einer Explosion oder irgend eines andern Zufalls sind, welcher den senkrechten Stand des

Gebäudes verrückt hat, indem er alle Gesteinschichten, aus denen es besteht, spaltete. (Taf. I. Fig. 3.)

Dem ganzen Anscheine nach und bis auf einige Ausnahmen sind die Gänge Spalten, welche die Gebirgsschichten, nach allen möglichen Richtungen und in vielen Verzweigungen, durchschneiden, und die eine kürzere oder längere Zeit nachher mit Substanzen ausgefüllt worden sind, welche gewöhnlich gar keine Analogie mit denen haben, welche die Schichten des Gebirgsgesteins, die sie durchsetzen, bilden. Diese Spalten, die zuweilen eine Längenerstreckung von einer Meile, bei einer unbestimmten Tiefe, haben, sind manchmal leer geblieben (sogenannte Schlechten), oder sie sind mit groben Materien, mit rundlichen Geschieben, mit eckigen Bruchstücken oder mit Thon (Letten) ausgefüllt; es sind dies die tauben Gänge (faule Gänge, Letten- oder Schmierklüfte, Ruscheln, Wasserklüfte). Gewöhnlich aber sind die Gänge die Lagerstätten edler Metalle, des Goldes, Silbers, Kupfers, Bleies und selbst einiger Edelsteine. Diese Erze, die ein hohes Interesse für uns haben, kommen nicht für sich allein vor, sondern sie sind mit andern Substanzen vermengt, die keinen unmittelbaren Werth haben, die ihnen als Gangart oder Gangmasse dienen, und die entweder gleichzeitig oder zu verschiedenen Zeiten gebildet worden sind.

Man würde einen falschen Begriff von der Gestalt eines Ganges haben, wenn man sich ihn als eine gewöhnliche Spalte vorstellte, die sich, je mehr sie sich von der Oberfläche entfernt, verengt. Das Bild würde auch nicht richtiger sein, wenn man sich einen mit Zweigen versehenen Baumstamm vorstellte, wie es so wiederholt geschehen ist. Es giebt nichts Aehnliches in der Natur, und es ist hinreichend, einen Blick auf einige Grubenrisse zu werfen, um diese falschen Begriffe fahren zu lassen. Es ist zwar wahr, daß ein Hauptgang oft von einigen Nebentrümmern be-

gleitet ist, die sich augenblicklich davon losmachen, um sich darauf wieder mit ihnen zu vereinigen, daß die Gänge zuweilen eine Art kurzer Aeste treiben, die sich in mehrere Zweige theilen, sich wiederum vereinigen, um sich abermals zu trennen, indem sie zwischen ihren Zweigen eine Art von Inseln, die aus dem Gebirgsgestein selbst bestehen, umschließen. Die eigenthümlichen Bezeichnungen aller dieser Verhältnisse werden weiter unten aufgeführt werden. Will man durchaus einen Gegenstand der Vergleichung haben, um daraus die Gestalt und die Nebenverhältnisse eines Ganges zu ersehen, so würde ich eher den Lauf eines durch Anschwemmungen durchschnittenen Flusses, der dadurch in mehrere Arme zertheilt wird, als das Bild eines Baumstammes mit Zweigen, wählen, wie es fast immer geschieht. (Taf. I. Fig. 3.)

Die Gänge zeigen sich oft an der Erdoberfläche, und machen sich entweder durch ihre weiße Farbe, oder durch einen sich über den Boden erhebenden Rand bemerkbar, der von ihrer größeren Härte abhängt, weshalb sie der Luft besser widerstehen konnten, während die Gebirgsart, welche sie durchsetzen, durch die Einwirkung des Regens, der Sonne und des Frostes zersetzt worden sind. Man sieht solche hervorstehende Gänge, welche eine Art von Mauern bilden, und die man mit dem Auge durch die Gebirge verfolgen kann (Taf. I. Fig. 3. Nr. 1.). Zuweilen dagegen zersetzen sich die Gänge leichter als das Gebirgsgestein, und alsdann fallen sie weniger in die Augen, und verlieren sich unter den Klüften und Unregelmäßigkeiten der Gebirge.

Die Gebirgsbewohner, die ein Gewerbe daraus machen, Lagerstätten nutzbarer Mineralien und Krystallgewölbe in der Nähe der Gletscher aufzusuchen, haben eine Fertigkeit, eine gewisse Art von Takt erlangt, wodurch sie dieselben auf den ersten Blick erkennen, und wenn sie Körner von Kies und Bleiglanz, Salz-Auswitterungen, Flek-

ken von Rost oder Grünspan bemerken, so sind dies Blumen, die sie ohne Verzug zum Angriff veranlassen. Und wenn die mühseligen Untersuchungen und Arbeiten dieser furchtlosen Menschen auch oft fruchtlos gewesen sind, so haben sie doch auch einige glückliche Erfolge gehabt, wovon die Grube von Cormayeur in Savoyen ein Beispiel giebt.

Wir wenden uns nun zu der nähern Betrachtung der verschiedenen Verhältnisse der Gänge.

Das Gestein, welches einen Gang einschließt, heißt sein Nebengestein. Die Gangmasse ist von diesem entweder durch eine glatte Ablosung ganz getrennt, oder sie wird durch eine andere Masse davon geschieden, welche entweder zur Gangmasse gehört, oder nicht. Im erstern Falle heißt die abgelös'te Gangfläche das Saalband, im letztern Falle die Scheidungsmasse das Besteg. Die Saalbänder sind oft glatt und wie polirt oder spiegelig, dabei jedoch auch gewöhnlich gefurcht oder gestreift. Das Besteg besteht aus einer Art von feinem Thon, fetter Erde, Steinmark ꝛc., und trennt das Saalband von den Nebengesteins-Flächen. Manchmal sind die Bestege nur an der einen Seite des Ganges vorhanden, oft fehlen sie ganz. Wo sie vorhanden sind, tragen sie sehr viel zur leichtern Gewinnung der Erze bei, indem man nur die Gangmasse und nicht das Nebengestein anzugreifen braucht, wodurch die Masse der Gebirge oder tauben Gesteine vermindert wird. Man sieht die Bestege als ein gutes Zeichen an. — Zuweilen ist die Gangmasse mit dem Nebengestein verwachsen, oder geht sogar in dasselbe über, und dann ist dieses von den Bestandtheilen der Gangmasse, oder von den in derselben vorkommenden Mineralien, durchdrungen.

Es wurde schon gesagt, daß die Gänge die Gesteinsschichten gewöhnlich unter verschiedenen Winkeln durchsetzen; selten, und nur auf kurze Strecken, laufen sie mit den Schichtungsabsonderungen parallel. Der Theil des Ne-

bengesteins, auf welchem der Gang liegt, oder welches den spitzen Winkel des Ganges ausfüllt, heißt das Liegende, und jener Theil, welcher im stumpfen Winkel liegt, oder den Gang bedeckt, das Hangende (Taf. I. Fig. 3. T M). — Fällt der Gang senkrecht in die Tiefe, so sind die Benennungen Hangendes und Liegendes im angeführten Sinne nicht mehr passend; man nennt daher in Niederungarn die Flächen des Nebengesteins, welche den Gang einschließen, in diesem Falle Gang-Ulmen, und bezeichnet sie nach den Himmelsgegenden, welchen sie zugewendet sind. — Der senkrechte Abstand des Hangenden vom Liegenden heißt die Mächtigkeit des Ganges.

Die horizontale oder söhlige Ausdehnung der Gangfläche, oder ihre Richtung der Länge nach gegen eine bestimmte Himmelsgegend, heißt, wie bei den Lagern oder Flötzen, das Streichen, und wird, wie bei jenen, nach dem Winkel, welchen diese Richtungslinie mit der Mittagslinie einschließt, bestimmt. — Wenn also der Gang, z. B. in seiner Ausdehnung in die Länge, mit der Mittagslinie parallel läuft, so sagt man, nach dem in Deutschland gewöhnlichen, in 2 mal 12 Stunden getheilten, sächsischen oder harzer Compaß, dessen Einrichtung wir weiter unten im fünften Hauptstück näher kennen lernen werden: er streiche Stunde 12 von Norden nach Süden. — Von zwei Gängen, die nicht einerlei Stunden haben, sagt man, der eine komme in einer höhern oder frühern Stunde, der andere aber in einer niedrigern oder spätern, von einem Gange, der durchaus dasselbe Streichen behält, daß er in seiner Stunde bleibe, und von einem Gange, der sein Streichen ändert, daß er aus seiner Stunde komme. Man unterscheidet, dem Streichen nach, an einem Gange den mittlern Theil und die beiden Flügel; die äußersten Begränzungen des Streichens heißen die Enden des Ganges.

Die Neigung eines Ganges gegen den Horizont oder

den

den Winkel, welchen die Gangfläche in ihrer Ausdehnung in die Tiefe mit einer Horizontal-Ebene bildet, nennt man das Fallen oder Verflächen des Ganges, wobei man auch die Weltgegend zu berücksichtigen hat, gegen welche er fällt. Das Verfahren bei der Bestimmung und Messung der Winkel und Himmelsgegenden, bei dem Streichen und Fallen, wird, wie bereits bemerkt wurde, weiter unten im 5. Hauptstück näher angegeben werden. Nur muß hier noch bemerkt werden, daß man sowohl bei dem Streichen als Fallen das wahre von dem falschen unterscheidet. Unter dem wahren Streichen versteht man nämlich die vollkommen horizontale Ausdehnung des Ganges; ist diese aber nicht söhlig, so nennt man es ein falsches. Das wahre Fallen erhält man aus dem größten Winkel, welchen die Neigung des Ganges mit der horizontalen Ebene bildet. Das falsche Fallen oder Verflächen nennt man jeden Neigungswinkel, der nicht genau senkrecht auf dem Streichen steht. Aendert ein Gang sein Fallen in zunehmender Tiefe, so daß sich sein Fallwinkel vergrößert, so sagt man, er stürze sich, verkleinert er sich dagegen, so sagt man, der Gang richte sich auf.

Man hat den Gängen, nach den größern oder kleinern Winkeln, die ihr Streichen macht, und eben so nach ihrem größern oder kleinern Fallwinkel, verschiedene Namen gegeben. In Oestreich theilt man z. B. die Gänge, dem Streichen nach, in Mitternachts-, Morgen-, Mittags- und Abendgänge. In Sachsen und in andern Bergwerks-Gegenden nennt man die Gänge nach ihrem Streichen:

Von Stunde 12 bis 3 stehende,
3 — 6 Morgengänge,
6 — 9 Spathgänge, und von
9 — 12 Flachgänge,

und von dem Fallen:

Von 0 bis 15° schwebende Gänge,
15 — 45° flache,
45 — 75° thonlägige,
75 — 90° seigere, und mit
90° auf dem Kopfe stehende Gänge.

Das Ende eines Ganges an der Oberfläche des Gebirges, oder über Tage, nennt man sein Ausgehendes oder auch sein Ausbeißen; sein Ende gegen das Innere der Erde aber das Tiefste des Ganges, worunter jedoch gewöhnlich nur der tiefste Punkt des Baues auf demselben verstanden wird. — Kleine Erzgänge, die ein regelmäßiges Verhalten haben, aber nicht weiter fortsetzen, werden Rasenläufer genannt.

Die Mächtigkeit der Erzgänge ist sehr verschieden, und wechselt von einigen Zollen bis 3 Lachter. Die schmalen Gänge sind den mächtigen gewöhnlich vorzuziehen, da sie oft sehr reiche Erze führen, und weniger Abbaukosten veranlassen. Sehr mächtige Gänge sind sehr häufig durch eine Art von Scheidewänden von dem Gestein des Hangenden oder Liegenden in mehrere Abtheilungen getheilt.

Nicht immer streichen die Gänge nach geraden Linien, sondern sie weichen oft sehr davon ab (kommen aus der Stunde, oder fallen aus ihrem Streichen), und streichen nicht selten abwechselnd nach verschiedenen Richtungen. Machen sie mit einem Male eine Krümmung, die so stark ist, daß sie einem rechten Winkel nahe kommt, was jedoch selten geschieht, so sagt man, der Gang wirft einen Haken. Oft hört ein Gang bei voller Mächtigkeit mit einem Male auf, und dann sagt man, er sei abgeschnitten; setzt aber ein abgeschnittenes Gangtrumm jenseits des durchschneidenden Ganges, eine Strecke seitwärts, wieder fort, so heißt es, der Gang sei verschoben.

Nimmt die Mächtigkeit eines Ganges so sehr ab, daß kaum ein merkliche Spur davon bleibt, so sagt man, er werde verdrückt; wird er wieder mächtiger: er thue

sich auf; wird er im Streichen oder Fallen immer schmäler, so daß er sich endlich ganz verliert: er keile sich aus. Ist die Zunahme der Mächtigkeit eines Ganges außerordentlich groß, so heißt es: er mache einen Bauch. — Theilt sich ein Gang in seiner Mächtigkeit in zwei Trümmer, die aus einander gehn, so sagt man: er gabele sich; theilt er sich aber in mehrere Trümmer: er zertrümmere oder zerschlage sich. — Gleich streichende und fallende Gänge können sich nur durch ihre Trümmer vereinigen. Gänge von ungleichem Streichen aber entfernen sich entweder von einander, oder sie kommen zusammen, und dann durchschneiden oder durchkreuzen sie sich sehr oft, und zwar entweder unter einem schiefen Winkel, indem sie ein Scharkreuz mit einander machen, oder unter einem rechten Winkel, in welchem Falle sie ein Winkelkreuz bilden. Kommen zwei oder mehrere Gänge bei verschiedener Neigung gegen einander zusammen, so nennt man dies ihr Aufsitzen, und wenn sie sich durchfallen, so heißt das dadurch entstandene Kreuz ein Fallkreuz. — Nach Werner's Annahme ist der durchsetzte Gang älter, als der durchsetzende. Man findet dies besonders bei den Zinnerzgängen, die stets durchsetzt sind, nie aber andere durchsetzen, woraus ihr höheres Alter gefolgert werden kann. (Taf. I. Fig. 3. No. 1 und 3.)

Die Materien, welche die Gänge ausfüllen, die Gangarten und Erze, sind oft auf eine merkwürdige Art vertheilt. Sie sind nämlich, ohne alles Verhältniß zu ihrem specifischen Gewichte, zu beiden Seiten gleich, in parallelen Lagen oder Streifen, symmetrisch geordnet. Wenn diese Lagen Krystalle enthalten, sind die Spitzen derselben immer gegen die Mitte des Ganges gekehrt, und über diesen Spitzen, so wie in den Zwischenräumen, die sie trennen, sitzen die Krystalle des folgenden Streifens oder Bandes mit ihren Grundflächen. Diese Eintheilung findet vorzüglich auf etwas mächtigen Gängen statt. In der Mitte

befindet sich nämlich zuweilen ein leerer Raum oder mehrere, die sogenannten Drusen, deren Inneres mit vollkommenen Krystallen bekleidet ist, wovon die Spitzen ebenfalls gegen den Mittelpunkt des Ganges gewendet, und oft selbst noch mit neuern Krystallen bedeckt sind. Solche Drusen hat man einige von bedeutender Größe, 3, 5, selbst 11 Lachter weit, gefunden. Wenn sie erst geöffnet, und die glänzenden Krystalle noch nicht von dem Pulverdampf und Lichtrauch geschwärzt worden sind, so gewähren sie einen herrlichen Anblick. Man findet die Drusen gewöhnlich da, wo der Gang einen Bauch macht. (Taf. I. Fig. 3. Nr. 1.)

Viele Gänge zeigen diese Abtheilung in Schichten auf keine deutliche Art, und scheinen auf einmal mit, ohne alle Ordnung durch einander gemengten, Gangarten ausgefüllt worden zu sein. Oft verändert sich aber auch sowohl die Struktur als auch die Beschaffenheit der Gangarten mehreremale in dem Maße, als der Gang mehr in die Tiefe setzt.

Das quantitative Vorkommen der Erze in den Gangmassen ist außerordentlich verschieden. Selten füllen sie den Gang so ganz aus, daß nur hie und da wenig von der Gangart zu sehen ist. In diesem Falle sagt der Bergmann: die Erze brechen im breiten Blicke. Gewöhnlich liegen die Erze zerstreut in den Gängen, und kommen meistens nur in gewissen Distanzen von einander in dem Gange vor. Man nennt die Stellen, wo die Erze in größerer oder geringerer Menge erscheinen, Erzpunkte oder Erzmittel. Diese sind von verschiedener Größe, und dehnen sich zuweilen auch wohl viele Lachter weit aus, dann sagt man: die Erze brechen in langen Mitteln. Zuweilen liegen die Erze in der Mitte des Ganges, und die Gangart mehr am Hangenden und Liegenden, oder es findet das Umgekehrte statt, und die Erze kommen am Hangenden und Liegenden vor.

In manchen Fällen sind die Erze in kleinen Theilchen

durch die ganze Gangmasse zerstreut, und oft so fein eingesprengt, daß sie nur durch mühsame Aufbereitungsarbeiten concentrirt werden können. Man nennt solche Gangmassen Pochgänge. Zuweilen bilden die Erze auf den Gängen einen oder mehrere kleine Streifen oder Schnürchen, die mit den Wänden parallel streichen, und sich in einer großen Ausdehnung fortziehen. Dieser Fall, der sich vorzüglich da findet, wo die Gänge aus Lagen oder Schichten bestehen, ist für den Bergmann sehr vortheilhaft. Meistens aber streichen und fallen die kleinen Erzstreifen nach allen Richtungen.

Nicht selten kommen die Erze in Nestern, Nieren und Butzen, d. h. in unregelmäßigen, gewöhnlich nicht beträchtlichen Massen vor, die ordnungslos in der ganzen Gangmasse zerstreut liegen. In diesem Falle muß man diese Nester gleichsam auf gut Glück in der tauben Masse suchen, und wenn der Gang eine beträchtliche Mächtigkeit hat, wird die Arbeit eben so beschwerlich als kostspielig.

Nach den bisherigen Erfahrungen pflegen die edlen Geschicke, wie z. B. Silbererze, viel häufiger in Absätzen zu erscheinen, als die groben, z. B. Blei, Kupfer ꝛc. Oft sind die Erzpunkte an ihren Enden mit andern Mineralien eingefaßt, welche dieselben begleiten. Diese nennt der Bergmann Erzräuber oder Erzmacher, weil sie ihm immer entweder ihre Nähe, oder ihr Ende andeuten, je nachdem er sie vor oder nach den Erzpunkten trifft. Diese Begleiter der Erze oder Metalle, in deren Gesellschaft wir dieselben finden, bieten unendliche, sehr auffallende Verschiedenheiten dar.

Wenn man mit den meisten Geognosten annimmt, daß die Gänge nichts anderes als ausgefüllte Spalten seien, so wird man leicht einsehen, daß diese Lagerstätten weit mehr als die Lager allen Arten von Veränderungen unterworfen sein müssen. Wirklich sind die sogenannten Rükken, welche die Flötze verändern, genau durch dieselbe Ur-

sache entstanden, wie die Gänge; denn jene sind, wie wir weiter unten näher sehen werden, nichts anderes, als taube oder faule Gänge. Man kann im Allgemeinen sagen, daß, wenn ein durchsetzender Gang einen regelmäßigen verwirft, man den verworfenen wiederfindet, wenn man ihn auf der Seite des stumpfen Winkels, den das Streichen der beiden Gänge macht, verfolgt *).

Zuweilen hat die Bestimmung, ob diese oder jene Erzlagerstätte ein Lager, ein Gang, oder ein Stock sei, große Schwierigkeiten; denn ein sehr flacher und mit den Gebirgsschichten paralleler Gang hat sehr viel Aehnlichkeit mit einem Lager, und gewisse Stöcke, deren Gränzen man nicht hat bestimmen können, sind mächtigen Gängen sehr ähnlich.

Der Reichthum der Gänge ist bei weitem nicht so constant, als der der Lager, jedoch nimmt er im Allgemeinen zu, je tiefer man kommt. Ich sage, im Allgemeinen, denn unglücklicher Weise hat diese Regel nur gar zu viele Ausnahmen. Es kommen nicht allein Gänge vor, die in der Tiefe ganz verschwinden, sondern es giebt auch andere, auf denen sich die Erze nach und nach in eine taube oder werthlose Substanz, z. B. Blende oder Schwefelkies, verwandeln.

Die Gangarten, oder die die Erze gewöhnlich begleitenden Mineralien, zeigen keine große Verschiedenheit, sondern sind in einem Revier sehr constant. So erfüllt der Quarz alle Gänge einer Gegend, der Schwerspath spielt dieselbe Rolle in einer andern, der Kalkspath oder Flußspath in einer dritten und vierten: denn dieß sind die vier Haupt-Gangarten der edlen Erze.

Zuweilen sind auch in einer Gegend zwei Gangarten

---

*) Siehe die am Ende dieses Hauptstücks aufgeführten Werke von Schmidt und Zimmermann. H.

vorhanden, von denen die eine stets taub, die andere aber immer erzführend ist. So ist ersteres hin und wieder mit dem Quarz der Fall, während andere stets Erze eingesprengt oder in Schnüren enthalten.

Stockwerke sind aus einer Vereinigung unendlich vieler kleiner Gänge oder Trümmer bestehende Lagerstätten. Da sich diese Trümmer nach allen Richtungen durchkreuzen, so vielfach und so nahe bei einander vorhanden sind, so muß man die ganze Masse abbauen, und kann jene nicht isolirt gewinnen. Dieses ganz eigenthümliche Vorkommen gehört fast nur den Zinnerzen an; jedoch geht es ganz unmerklich in das der stehenden Stöcke über, von denen wir weiter unten reden werden, welches mehreren Mineralien eigen ist, und das ebenfalls zu den gangartigen gehört. (Taf. II. Fig. 2.)

Die Gänge, die Trümmer und die Stockwerke, die weiter nichts als Modificationen sind, kommen gewöhnlich in den ältern Gebirgsarten, in dem Granit, Gneis, Glimmer- und Thonschiefer, in den Porphyren, in der Grauwacke, jedoch auch im Steinkohlengebirge und in dem Flötzkalkstein vor.

Man hat geglaubt, daß die Gänge einem allgemeinen Parallelismus unterworfen seien; allein es haben sich so viele Ausnahmen von dieser Regel gefunden, daß man darauf verzichtet, und nur die Bemerkung gemacht hat, daß die meisten von ihnen wirklich von Westen nach Osten streichen. Diese besonders an den Gängen des Harzes, Sachsens, Böhmens, Ungarns und Siebenbürgens bemerkte Regelmäßigkeit hat sich auf eine mehr oder minder vollständige Weise bei mehrern andern europäischen Gängen bestätigt, und hat ein neues Gewicht durch die von dem Herrn Geheimrath A. v. Humboldt in Mexiko und Peru gemachten Beobachtungen erhalten.

Zur Unterstützung alles dessen, was wir über die Be-

schaffenheit der Gänge und des Gebirgsgesteins, welches sie durchsetzen, über ihre Mächtigkeit und Ausdehnung gesagt haben, führen wir einige Beispiele an.

Der Bleierzgang von Poullaouen in Bretagne setzt im Schiefergebirge auf, und ist bis auf eine Länge von ungefähr 300 Meter (à 3,18 rheinl. Fuß) Länge und 150 Meter Teufe ausgerichtet.

Die Gänge des Harzes und des sächsischen Erzgebirges setzen erstere im Thonschiefer und in der Grauwacke, und letztere im Gneise auf *).

Der Silbererzgang von Veta-Madre bei Guanaxuato in Mexiko, der reichste in ganz Amerika und folglich in der ganzen Welt, durchsetzt den Thonschiefer, hat eine Mächtigkeit von 18 bis 22 Lachter, und ist auf mehr als 6600 Lachter Länge abgebauet. In derselben Gebirgsart setzen auch die reichen Gänge von Potosi auf.

Der berühmte Gold führende Gang von Villapando, in der Nähe des vorigen, findet sich dagegen in einer porphyrartigen Felsart, und sein Haupttrumm wird von einer großen Menge kleiner Gänge durchsetzt, die so reich sind, daß man die fast nackt aus der Grube kommenden Bergleute nöthigt, sich in einem großen Fasse zu baden.

Der Silbererzgang von Vetanegra, welcher in dem Zeitraume von einigen Monaten eine wirkliche Production von mehr als 5 Millionen Thalern gegeben hat, setzt in einem dichten Kalkstein auf; er hat sich ohne Nebentrümmer und mit einer bleibenden Mächtigkeit von 7 Metern von Tage ab bis zu einer Teufe von 170 Metern erhalten, hat sich aber an diesem Punkte in drei Trümmer getheilt, deren vereinigte Mächtigkeit vom Hangenden bis zum Liegenden an 60 Meter beträgt.

---

*) H. de Villefosse, Mineral-Reichthum, bearbeitet von C. Hartmann, Taf. 2 und 6. des Atlasses.

Die berühmten Silbererzgänge von Tasco in Mexiko, so wie die silberhaltigen Gänge von Peru, setzen in Flötzkalksteinlagern auf.

Die schon oben erwähnten Gänge von Klausthal am Harz werden auf eine Länge von einer deutschen Meile abgebauet.

In Schemnitz ist das Streichen des Biberstollner Ganges schon an 3000, des Spitaler Hauptganges an 6000, und des Theresien-Ganges an 2400 Lachter weit ausgerichtet.

Das Gold findet sich gewöhnlich auf Quarzgängen, die Urgebirge durchsetzen.

Berühmte Stockwerke sind die von Altenberg, Geyer und Ehrenfriedersdorf in Sachsen, das von Schlaggenwald in Böhmen, die in Kornwall, die ebenfalls in Granit oder in einem, von den dortigen Bergleuten Elvan genannten, Porphyre vorkommen.

Die von einigen Mineralien gebildeten gangartigen stehenden Stöcke scheinen ihre Entstehung Höhlen zu verdanken, die später mit Materien ausgefüllt wurden, die ganz verschieden von dem Gebirgsgestein, in welchem jene vorhanden, sind. Diese ganz einfache und dem Anscheine nach auch ganz natürliche Erklärung ist jedoch nicht im Stande, mehrere Einwürfe zu widerlegen, besonders in Beziehung auf die Stöcke und Butzen, die keine Verbindung mit der Erdoberfläche haben, und die isolirt mitten in den Gebirgsschichten liegen, die sie von allen Seiten umgeben *). (Taf. II. Fig. 3.)

---

*) Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse müssen wir den Erzgängen ihre Stelle mehr in dem feurigen als in dem wässerigen Gebiete anweisen, indem der größere Theil dessen, was sie enthalten, hinsichtlich seiner Bildungsart durch die Nähe von auf feurigem Wege entstandenen Gesteinen leichter durch plutonische, von dem Innern der Erde auswärts wirkende, als durch neptunische, von außen her wirkende Agenzien erklärbar ist. H.

Es giebt Stöcke, die sich am Tage zeigen, und die mittelst ihres Ausgehenden aufgefunden worden sind, wie dies bei den Gängen und Lagern der Fall ist; es existiren aber auch solche, die von allen Seiten eingeschlossen sind, und sich durch kein äußeres Zeichen darthun, so daß sie nur durch Zufall entdeckt werden können. Dasselbe findet statt, wenn man einen von diesen unterirdischen Stöcken abgebauet hat, und man sucht einen andern zum Abbauen. Man hat alsdann keinen Führer, keine Data; man treibt Oerter durch die Gesteinschichten, und sinkt hin und wieder Schächte oder Gesenke ab, und kommt vielleicht diesseits oder jenseits von dem Gesuchten.

Die Stöcke haben weder Liegendes noch Hangendes, noch irgend etwas von den Nebentheilen, welche die Gänge charakterisiren. Jedoch ist es, wie ich schon bemerkt habe, nicht immer möglich, zu bestimmen, ob diese oder jene Lagerstätte ein Stock, ein Lager oder ein Gang sei.

Die Nieren, Nester und Butzen sind eigentlich nichts anderes, als kleine Stöcke; sie verhalten sich zu diesen, wie die Trümmer und die schwachen Flötze sich zu den Gängen und Lagern verhalten. Jedoch muß ich noch bemerken, daß in vielen Fällen die Nieren von gleichzeitiger Entstehung mit dem sie umgebenden Gebirgsgestein sind, welches bei weitem weniger wahrscheinlich für die Stöcke von gewisser Ausdehnung ist.

Von den Rücken und übrigen Störungen und Veränderungen der Lager und Gänge.

Unter den zahlreichen Veränderungen, welche die Lager und Gänge, von denen wir täglich die zu unsern Bedürfnissen und zu unserer Industrie nöthigsten Substanzen gewinnen, erleiden, sind die Rücken (Kämme, Blätter, Wechsel, Ruscheln, faulen Gänge ꝛc.) diejenigen, deren Streichen und Ausdehnung zu kennen am wichtigsten ist. Im Allgemeinen sind die Rücken nichts anderes als Spal-

ten, die mit einer tauben, werthlosen Substanz ausgefüllt worden sind, welche das Lager oder den Gang, welche man abbauet, durchschneidet und verwirft. Das Antreffen der Rücken ist um so unangenehmer, da man nicht allein genöthigt ist, eine taube und oft sehr harte Gesteinmasse zu durchörtern, und weil es fast immer der Fall ist, daß sich das zu verfolgende Flötz nicht unmittelbar wieder vorfindet, nachdem man den Rücken durchschnitten hat, sondern daß man es entweder in einem höhern oder tiefern Niveau suchen muß, indem es durch denselben entweder in die Höhe gehoben, oder nieder geworfen ist. Wir bemerkten weiter oben bei den Gängen, daß sie zuweilen von andern jüngern durchsetzt würden, die sie verwerfen, eine Verminderung des Erzreichthums herbeiführten, oder wenigstens eine augenblickliche Unordnung bei dem Abbauen veranlaßten; da aber die Rücken und die übrigen Störungen, die so gewöhnlich bei den Steinkohlenflötzen sind, eine ganz andere Wichtigkeit als bei den Gängen haben, so wird es sehr zweckmäßig und selbst wesentlich sein, daß wir uns auf eine specielle Weise damit beschäftigen. Dieser wichtige Abschnitt gehört fast ganz Herrn Bergrath Duhamel an; zu seiner schönen Arbeit über die Steinkohlenflötze im Allgemeinen habe ich daher wenig Neues hinzufügen können *). Die Störungen, welche die Steinkohlenflötze erleiden können, sind von verschiedener Art:

1. Die Flötze können einen Winkel in ihrem Fallen machen, entweder indem sie sich stürzen, oder indem sie sich nach Tage zu erheben, oder sie bilden, indem sie sich krümmen, Becken, Mulden, Sättel, ein V oder ein Dach u. s. w. (Taf. I. Fig. 1.)

2. Das Flötz kann durchsetzt werden, ohne daß es

---

*) Mémoire sur la houille, couronné par l'Académie des sciences en 1793. Journal des Mines, No. 7.

sein Fallen oder Streichen verändert. (Taf. II. Fig. 1. Nr. 1.)

3. Die Flötze können von einem Rücken durchsetzt werden, ohne daß ihr Fallen und Streichen eine Veränderung erleidet (Taf. I. Fig. 2. Nr. 7.), allein es kann ein jedes in einer verschiedenen Ebene liegen.

4. Sie können das Streichen verändern, oder das ihrige behalten, und durch einen den secondären Gebirgen fremdartigen Gegenstand, durch ein primitives Gebirge, das eine Art Cap in dem Thale bildet, verworfen werden. (Taf. II. Fig. 1. Nr. 4. im Grundriß betrachtet.)

5. Sie können durch eine Senkung des Daches zur Sohle, oder durch die Erhebung der letztern zum erstern, unterbrochen oder verdrückt werden. (Taf. II. Fig. 1. Nr. 2.)

6. Sie können auf ihrem Streichen und ihrer ganzen Höhe nach durch eine gegen den Horizont geneigte Linie unterbrochen werden.

7. Ihre Mächtigkeit kann auf einige Lachter Länge von einem zwischenliegenden Gebirgsstück getheilt werden. (Taf. I. Fig. 2. Nr. 1.)

Wenn ein Steinkohlenflötz einen Sprung macht, oder mehrere Biegungen erleidet, so bemerkt man, daß sein Dach, seine Sohle und alle in deren Nähe liegende Gebirgsschichten dieselben Veränderungen erleiden. (Taf. I. Fig. 1 und 2. Taf. II. Fig. 1.)

Die Biegung kann mehr oder weniger stark, die Winkel können mehr oder minder scharf sein; jedoch können nur zweierlei Lagen statt finden, indem der Winkel entweder nach der Oberfläche oder nach dem Innern der Erde zu liegt. (Taf. I. Fig. 1.)

In dem einen oder dem andern Falle scheint das Flötz gebrochen zu sein; im erstern (Nr. 1.) richten sich aber die Schenkel nach unten zu, wie bei einem Dache, in dem andern steigen sie in die Höhe (Nr. 2.), so daß, wenn man das Flötz abbauet, dessen Winkel nach unten gerich-

tet ist, man dasselbe verfolgt, indem man nieder geht, zu dem Winkel gelangt, sich biegt und dann wieder steigt, so daß, wenn man die Krümmung verlassen hat, man das Flötz verliert und nicht glaubt, daß es noch existire. Ist man aber sehr aufmerksam auf das, was kurz vor dem Verschwinden des Flötzes vor sich geht, so wird man bemerken, daß sich die Blätter der Kohle krümmen, welches auf eine Veränderung der Richtung führt, und um diesen verworrenen Punkt zu vermeiden, muß man ein Ort senkrecht auf das Dach treiben, um das Flötz sobald als möglich wieder auszurichten. Eine Ansicht der Figur ist hinreichend, um darzuthun, daß man dieselbe Arbeit, jedoch in umgekehrter Richtung, unternehmen muß, wenn man das Flötz wieder ausrichten will, sobald die Krümmung nach Tage zu gerichtet ist.

Wenn ein Flötz unterbrochen ist, ohne daß sein Dach und seine Sohle, weder im Streichen noch im Fallen, verändert sind, so ist es nur eine Auflösung der Continuität, eine Unterbrechung der Kohle (Taf. II. Fig. 1. Nr. 1.) durch Thon, Schiefer oder Sandstein, und man muß dann nur sehr sorgfältig die Sohle verfolgen, welche die beste Führerin ist, um das Flötz wieder auszurichten; Berthout nennt dies einen falschen Rücken (fausse faille).

Wenn ein Flötz von einem Rücken von dieser oder jener Beschaffenheit abgeschnitten ist, so muß man seine Lage so gut als möglich kennen zu lernen suchen. Er zeigt sich als eine senkrechte oder gegen den Horizont geneigte Mauer. (Taf. I. Fig. 2. Nr. 7.) In allen Fällen muß man ihn auf dem kürzesten Wege durchörtern; ist man aber auf die andere Seite gelangt, so findet man das Flötz nicht immer in demselben Niveau wieder, in welchem man es verloren hat, sondern man muß es gewöhnlich in einem höhern oder niedrigern suchen, und in diesem Falle ist die Kenntniß der umgebenden Felsarten, besonders des Daches und der Sohle, eine große Hülfe. Man kann jedoch eine

Art von Regel geben, um die Flötze jenseits des Rückens wieder zu finden, und sagen: daß, wenn man bemerkt, daß sich der Rücken in dem Augenblicke, in welchem man ihn trifft, von dem Flötz entfernt, indem er in die Tiefe setzt, man, nachdem man ihn durchörtert habe, das verlorne Flötz tiefer suchen müsse, und dagegen in einem höhern Niveau, sobald der Rücken dem Flötz, von welchem man ausgeht, zufällt. Oder mit andern Worten: daß, wenn man den Rücken aufwärts gehend trifft, die Fortsetzung des Flötzes auf der andern Seite des Rückens auch aufwärts gesucht werden müsse, und daß, wenn man ihn einfallend antrifft, man die Verlängerung des verlornen Flötzes ebenfalls niederwärts zu suchen habe *).

Je mehr Fallen ein Flötz hat, je mehr nähert es sich der Senkrechten, und um so weniger Störungen erleidet es. Man muß, wenn man die Wände des Rückens verfolgt, um das Flötz wieder zu suchen, nicht in die Höhe oder in die Tiefe gehen. Die Erfahrung hat bewiesen, daß die Kohlen in der Nähe eines Rückens stets von sehr mittelmäßiger Qualität sind. Diese Verschlechterung der Kohlen ist selbst ein Zeichen oder eine Art von Vorläufer der Rücken; auch ist es besser, eine söhlige Strecke durch denselben, und, wenn man ein Lachter darüber hinaus ist, ein Gesenk zu treiben, um auf ein gutes Flötz zu treffen. (Taf. I. Fig. 2. Nr. 7.) Zuweilen sind die Rücken selbst gebrochen und verdrehet: alsdann kann nur eine aufmerksame Untersuchung der Felsarten leiten. Glücklicherweise ist aber solch eine doppelte Störung selten.

Wenn ein Flötz durch einen, von den nach ihrer Bildung erfolgten Veränderungen verschiedenen Widerstand, z. B. durch ein, in dem Becken, in welchem die Stein-

*) Theorie des failles, de Struve et Berthout, Journal des Mines, No. 13.

kohlenflötze abgesetzt worden sind, einen Vorsprung bilden-des, primitives Gebirge gestört worden ist, so muß man zu den äußern Beobachtungen seine Zuflucht nehmen, und sich nicht auf Verfolgung der Spuren des Flötzes einlas-sen, dessen Reichthum oder Mächtigkeit man bedauert. Gewöhnlich ist das Ganze verworren unter einander ge-mengt; es ist weder Sohle noch Dach, die so großen Werth für den Bergmann haben, vorhanden. Nichts fin-det man an seinem Platze: das Gebirge ist umgestürzt, die Flötze sind verdrehet, und scheinen die abgerundeten Blöcke von Sandstein zu umgeben, die wiederum mit Schiefer vermengt sind, und sich nach allen Richtungen zu durch-dringen und zu durchkreuzen scheinen. Mitten in aller die-ser Unordnung sieht man einige isolirte und nicht fort-setzende Blöcke von Kohle, und wenn ein solcher Zustand der Dinge sich über Tage zeigt, so muß man sich wohl hüten, an einem solchen Punkte einen Versuchsbau anzu-setzen. Man nennt ein solches Verhältniß ein Gewirr. Man findet es z. B. in den Steinkohlen-Bergwerken von Fins, im Departement des Allier, und es ist dasselbe in dem oben angeführten Aufsatze des Herrn Duhamel voll-ständig beschrieben. Dort ist es ein Porphyrgebirge, wel-ches in das Becken vortritt, und auf eine weite Strecke das schöne Flötz, welches man auf mehr als 600 Toisen Länge abgebauet hatte, abschnitt. (Taf. II. Fig. 1. Nr. 4. im Grundriß betrachtet).

Wenn das Gebirge, von welchem hier die Rede ist, anstatt das Becken oder Thal zu verengen, an dem Orte, an welchem dasselbe Becken oder Thal seine Richtung ver-ändert, den Winkel bildete, so ist es mehr als wahrschein-lich, daß man auch in dieser neuen Richtung die Verlän-gerung des verlornen Flötzes zu suchen habe; denn es ist sehr constant, daß die Steinkohlenflötze die Richtung der Becken oder Thäler und ihre Krümmungen verfolgen.

Häufig sieht man, daß die Sohle zu dem Dache an-

steigt, oder das Dach zu der Sohle herabsinkt, und zwar alles auf Kosten der Mächtigkeit des Flötzes, die an solchen Stellen verdrückt wird (Taf. II. Fig. 1. Nr. 2.), so daß zuweilen nur eine dünne Schicht davon zurückbleibt, die jedoch hinreichend ist, um den Bergmann wieder zu einem guten Flötz zu leiten. Der gebliebene Streifen ist gewöhnlich mit der Seite verbunden, die nicht zur Störung beigetragen hat. In den Bergwerken von Lardin, im franz. Departement der Dordogne, ist es nie das Dach, welches das Flötz verdrückt, sondern stets die Sohle. Es ist auch der Fall, daß die Flötze, wie die Gänge, einen Bauch machen, jedoch ist dies immer eine erwünschte Art von Störung.

Ein Flötz kann auch nach seiner ganzen Höhe durch eine Felsart, die nicht den Charakter eines Rückens hat, nach einer schiefen Linie abgeschnitten werden, und in diesem Falle muß man annehmen, daß dies Hinderniß nichts anderes als die Wand des Beckens sei, in welchem die Steinkohlen und alle Gebirgsarten, die das Steinkohlengebirge bilden, abgesetzt worden sind. Die Hinwegräumung des Hindernisses würde alsdann natürlich zu nichts führen.

Es ist sehr gewöhnlich, ein Flötz, nach seiner Mächtigkeit, durch eine keilförmige oder mandelförmige Gesteinmasse, in zwei getheilt zu sehen. (Taf. II. Fig. 1. Nr. 1.) Diese Störung hat nichts Beunruhigendes, denn das Flötz verliert sich nie ganz, und man kann es leicht wieder finden, selbst wenn man keine große Aufmerksamkeit auf die Leitung des Abbaues verwendet.

Endlich sind die Steinkohlenflötze zuweilen und zu wiederholten Malen faltenartig gebogen, daß man mit einem Schacht dasselbe Flötz mehrere Male durchsinken kann. Man überzeugt sich davon durch eine aufmerksame Untersuchung des Daches und der Sohle, die alsdann in umgekehrter Ordnung vorkommen. Man nennt solche Veränderungen (Taf. I. Fig. 1. Nr. 1.) Umschläge.

Die

Die eigentlichen Rücken haben zuweilen, wie die Gänge, eine bedeutende Ausdehnung.

Die Dykes oder Dämme des Steinkohlengebirges im südlichen Theile der englischen Grafschaft Wales, sind gigantische Rücken, die gewöhnlich von Norden nach Süden streichen, und welche die Flötze 50 bis 100 Lachter verwerfen. Sie sind gewöhnlich mit verhärtetem Thon, aber an andern Orten auch mit Basalt, Mandelstein, Grünstein, und Porphyr, oder auch mit Bruchstücken von den benachbarten Gebirgsgesteinen, ausgefüllt. Ein Rücken der letztern Art in Wales bringt eine Veränderung des Niveau's von 240 Fuß bei den verschiedenen Schichten des Steinkohlengebirges hervor.

Nicht minder wichtig sind die Dykes in dem Steinkohlengebirge von Newcastle, der sogenannte Cleveland Basaltgang in Durham und Yorkshire, und mehrere andere in verschiedenen Gegenden Englands. Einen von diesen Rücken bei Newcastle, der das Steinkohlengebirge von Osten nach Westen durchsetzt, wirft die Flötze auf der Nordseite 80 Lachter in die Teufe *).

Man hat die Bemerkung gemacht, daß in der Nähe der Rücken die Steinkohlen Veränderungen erleiden, die ihre Qualität vermindern. Gewöhnlich fängt die Veränderung zuerst damit an, daß die Kohle irisirt; hierauf wird sie zerreiblich, weniger brennbar, verliert ihren Glanz, und geht, indem sie sich dem Rücken nähert, in eine matte, thonige, auf dem Striche grauliche Substanz, hin und wieder auch in vollkommene Coaks, über. Letzteres giebt einen Beweis von dem feurig-flüssigen Zustande, in welchem sich die, die Rücken ausfüllenden, Substanzen befunden haben müssen.

---

*) Bakewell's Grundriß der Geognosie, übersetzt von Hartmann. Berlin, 1830. S. 116 u. 142. Dufrénoy et de Beaumont, Voyage métallurgique en Angleterre. Paris 1827. p. 406.

H.

Wenn man einen solchen Rücken durchsinkt oder durchörtert, ist es vor Allem nöthig, Sammlungen von den gefundenen Gebirgsarten, mit räsonnirenden Katalogen und genauen beschreibenden Etiquetten, zu machen. Nicht minder wichtig ist die genaue Kenntniß des Daches und der Sohle, denn dies sind zwei Grenzen, die man nie unberücksichtigt lassen muß. Höchst selten nur sind sie so wenig verschieden, daß es nicht leicht wäre, sie stets von einander zu unterscheiden.

Die Blöcke von Sandstein und von Eisenerz, die man oft in den mächtigsten Steinkohlenflötzen findet, kann man nicht als Rücken ansehen; denn man kann sie immer umgehen, ohne aus den Kohlen zu kommen, oder ohne sie zu durchsinken, wenn sie eine geringe Ausdehnung haben.

Zum weitern Studium der besondern Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, welche für den Bergmann eine so hohe Wichtigkeit haben, sind folgende Schriften zu empfehlen:

Werner, neue Theorie von der Entstehung der Gänge. Freiberg, 1791.

v. Charpentier, Beobachtungen über die Lagerstätten der Erze. Leipzig, 1799.

Freiesleben, Beiträge zur Naturgeschichte der Gänge, in v. Moll's Jahrbüchern für Berg- und Hüttenkunde. IV. 2. Salzburg, 1800.

Schmidt, Theorie der Verschiebungen älterer Gänge. Frankfurt a. M., 1810.

Derselbe, Darstellung mehrerer allgemeiner Verhältnisse der Gänge ꝛc., in Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. Bd. IV. S. 3. Berlin 1821.

Derselbe, Beiträge zur Lehre von den Gängen. Siegen, 1827.

v. Waldenstein, die besondern Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Wien, 1824.

Zimmermann, von der Wiederausrichtung im Streichen verworfener Gänge. Darmstadt, 1828.

Dritter Abschnitt.

Untersuchung der Oberfläche. Versuchsarbeiten auf Erze, brennbare Mineralien und Gewässer, durch Ueberröschen, durch Stollen, Schächte und durch Bohren mit dem Berg- oder Erdbohrer.

Ehe man irgend eine Vertiefung macht, irgend eine Versuchsarbeit unternimmt, ist es ganz natürlich, daß man das Gebirge und dessen ganze Oberfläche nach allen Richtungen untersucht hat. Ehe wir daher von den verschiedenen Versuchsarbeiten reden, wollen wir erst Einiges über die Kunst, die Oberfläche einer Gegend zu untersuchen, sagen. Man muß auf diese Operation sehr oft zurückkommen: durch eine einzige Begehung kann man zu keiner genauen Kenntniß der geognostischen Verhältnisse einer Gegend gelangen; man muß solche Punkte öfter sehen, Alles auf einer Special-Karte genau aufzeichnen, sich dabei des Compasses bedienen, und endlich Alles genau im Gedächtniß haben, was über die verschiedenen Anzeigen und über die verschiedenen Grade des Zutrauens, welches man ihnen schenken kann, gesagt worden ist.

Ströme sind sehr mächtige Hülfsmittel bei der Untersuchung; denn bei den Fluthzeiten, die einige Male im Jahre entstehen, wird eine vollständige Sammlung aller Felsarten aus den Gebirgen, welche sie durchschneiden, herbeigeführt. Durch das Studium der fast polirten Geschiebe erlangt man nicht allein einen vollständigen Begriff von den Felsarten einer Gegend, sondern auch von den zufällig in solchen vorkommenden Substanzen. So ist es z. B. gewiß, wenn man unter den Geschieben von granitischen Felsarten Schwerspath und Flußspath antrifft, daß dieselben einem und mehreren Gängen angehören, und daß, wenn man den Strom und seine Nebenbäche aufwärts verfolgt, man bemerken wird, daß die Geschiebe von beiden Sub-

stanzen größer, zahlreicher und eckiger werden, jemehr man sich den Gängen nähert, aus welchen solche losgerissen worden sind, und mit einiger Ausdauer kann es nicht fehlen, daß man dahin gelangt, wo diese beiden gewöhnlichen Gangarten reicher Erze anstehen.

Dieß ist die beste Art, Gänge in Gebirgen von mittlerer Höhe aufzusuchen; denn der Zufall allein kann, wie wir schon bemerkten, zur Entdeckung derjenigen führen, die unter angebauetem oder überhaupt mit Dammerde bedeckten Lande verborgen sind, und man muß es den Gemsenjägern überlassen, Gänge aufzusuchen, deren Bruchstücke in den Gletschern vergraben oder in ihren Moränen abgesetzt sind *).

Untersuchungen auf Steinkohlen.

Die Steinkohle ist die einzige nutzbare Mineral-Substanz, deren Vorhandensein durch constante Felsarten und Mineralien angezeigt wird. Wir haben solche in dem vorhergehenden Abschnitt angegeben, und wir brauchen das dort Mitgetheilte hier nur anzuwenden. Noch dürfen wir nicht unbemerkt lassen, daß wir auch bei diesem Abschnitte den oben erwähnten Aufsatz von Duhamel fleißig benutzt haben.

Die älteren Gebirge stehen in constanter Beziehung zu den Flötzgebirgen, in denen die Steinkohlen vorkommen. Diese sind stets an dem Abhange der älteren Gebirge, oder in Becken, die durch ihre Ketten gebildet sind, abgesetzt. Sie sind stets mit einander verbunden, und man kann sie in drei Arten theilen:

in Hauptthäler,
Nebenthäler und
Querthäler.

---

*) Die schon weiter oben citirte Agenda geognostica von von Leonhard giebt eine treffliche, ausführliche Anweisung zur Untersuchung der Gebirge. H.

Zuweilen sind die Steinkohlen mit mehr oder minder mächtigen Schichten jüngerer Felsarten bedeckt. Diese Absätze finden sich gewöhnlich in den niedrigern Theilen der Haupt- und Seitenthäler, während die Felsarten der Steinkohlen-Formation gewöhnlich in den höheren Theilen der Thäler zu Tage ausgehen.

Viele Beispiele beweisen es, daß man die Steinkohlen weit häufiger in Neben- als in Hauptthälern antrifft, die, da sie immer weit niedriger liegen und, wie wir schon bemerkten, zuweilen mit jüngern Gebirgsarten bedeckt sind, nicht erlauben, daß man die Formation zu Tage ausgehend beobachte.

Diese Bemerkungen und die Kenntniß der die Steinkohlen stets begleitenden Felsarten, des Kohlensandsteins und Schieferthons, dienen zu Führern bei der Untersuchung eines Gebirges auf Steinkohlen.

Man muß alle Nebenthäler und ihre kleinsten Verzweigungen, bis zum obersten Theile, wo das Thal durch Vereinigung seiner Abhänge ein Ende hat, begehen. Man muß auf diesem Wege alle Gesteine, die man antrifft, genau untersuchen.

Darauf macht man mehrere Wege quer durch die Thäler, und untersucht mit der größten Aufmerksamkeit die Verschiedenheiten der Lager, die man überschreitet.

Man muß nicht die gewöhnlichen Wege verfolgen, sondern die Hohlwege und die Schluchten; man muß Steinbrüche, Brunnen, kurz alle Orte untersuchen, wo man die Felsarten anstehend beobachten kann.

Man schlägt Stücke von allen bemerkenswerthen Varietäten ab, numerirt sie, bemerkt das Streichen und Fallen eines jeden Flötzes, dem sie angehören, und trägt sie auf eine Karte, weshalb man denn auch mit den erforderlichen Instrumenten, vor Allem mit dem Taschencompaß, mit welchem auch gewöhnlich ein Gradbogen verbunden ist, versehen sein muß.

Ein sehr wesentlicher Punkt bei der Aufsuchung von Steinkohlen und metallischer Gänge ist der, daß man so genau als möglich die Grenzlinie zwischen den Flötzen und den ältern Gebirgen verfolgt, und sie in ihrem ganzen Umfange auf die Karte trägt. Ich sage, daß dieß eben so wichtig für die Aufsuchung der Gänge als für die der Steinkohlen sei, da die Erfahrung bewiesen hat, daß die Gänge sich weit mehr an der Grenze zweier Gebirgsarten oder Gebirgsclassen finden.

Ist diese vorläufige Untersuchung vorgenommen, so muß man eine genaue Kenntniß von dem Thale, von allen seinen Verzweigungen erlangt haben; man muß wissen, welches die obern und untern Flötze sind, man muß ihr Streichen und Fallen und die Punkte kennen, auf welchen man Sandstein und Schieferthon gefunden hat. Diese Punkte muß man mit aller möglichen Aufmerksamkeit von neuem untersuchen, und wenn man einige Flötze von schwarzem bituminösen Schiefer bemerkt, so muß man mit einer Hacke einschlagen, um die darüber und darunter liegende Felsart gehörig untersuchen zu können. Wenn der Schiefer regelmäßig zwischen zwei parallelen Flötzen eingeschlossen ist, wenn er sich als eine graue oder bläuliche Erde zeigt und mehr oder weniger große Nieren von grauem oder rostfarbenem, kohlensaurem Eisenerz enthält, wenn dieser Schiefer das Ansehn eines veränderten Thonschiefers oder einer blättrigen oder glimmerigen schwarzen Erde hat, wenn er kleine schwarze Punkte enthält, die zwischen den Zähnen knirschen, ohne von dem Speichel aufgelöst zu werden, so hat man Grund zu glauben, daß sich an solchen Punkten Kohlen finden werden, und man kann daselbst Untersuchungsarbeiten vornehmen.

Wenn man dagegen auf eine große Strecke bituminösen Schiefer und ohne bestimmte Gestalt noch ein bestimmtes Streichen findet, wenn die Flötze krumm sind und ein Abfallen nach verschiedenen Richtungen haben,

wenn sie große rundliche Massen umschließen, so ist dieß ein Beweis, daß der Absatz an dieser Stelle auf eine verworrene Weise statt gefunden habe, weshalb es erfolglos sein würde, daselbst kostbare Versuchsarbeiten anzustellen. Wie oft aber haben diese schwarzen Adern von Schiefer und selbst von Steinkohle, welche hie und da durch den Sandstein und durch die Eisenerze laufen, die Personen, welche keine Kenntnisse von dem Vorkommen der Kohlenflötze haben, irre geführt! Die Nähe der Erdoberfläche scheint vor Allem sehr verführerisch zu sein; denn fast alle die, welche vom Bergwesen nichts verstehen, verfehlen nie, diesen Umstand geltend zu machen: „man braucht ja nur die Erde aufzuscharren," sagen einige; „es giebt ganze Gebirge," sagen andere; „das ganze Land ist voll Steinkohlen" ꝛc. Solchen übertriebenen Nachrichten und falschen Versicherungen darf man nie Glauben beimessen. Es giebt zu Tage ausgehende Punkte der Steinkohlenflötze, es giebt Gegenden, in denen die Steinkohlen außerordentlich häufig vorkommen; allein das Ausgehende muß einen Charakter der Nachhaltigkeit und der Regelmäßigkeit haben, sonst muß man sich wohl hüten, es anzugreifen.

Die Bergbaukunst ist nicht schwieriger als irgend eine andere; allein sie läßt sich nicht errathen, man muß sich die Mühe geben, sie zu studiren, um sie kennen zu lernen. Dieß geschieht aber nicht allein durch Lesen von Werken, sondern in den Gebirgen und in den Gruben selbst ist es, wo man diese kennen und die wahren und falschen Anzeigen, das wahre und das falsche Ausgehende unterscheiden lernt.

Die Braunkohlen oder der Lignit sind vorzüglich in dem plastischen Thone und in der Molasse, als Hauptgliedern der tertiären Formationen, zu Hause, und bilden theils weit verbreitete Lager, theils kleinere, unregelmäßige Massen. Bei ihrer Aufsuchung gelten viele von den bei den Steinkohlen gegebenen Regeln. Ihre Nähe

zeigt sich besonders durch die bituminöse Beschaffenheit der Felsarten, in denen sie vorkommen.

Auffuchung des Torfes.

Der Torf findet sich hauptsächlich in niedrigen und sumpfigen Gegenden, in den Thälern, in welchen ein fließendes Wasser vorhanden ist, dessen Bett vollkommen horizontal ist. Eine gewisse Weichheit, eine sehr bemerkbare Elasticität unter den Füßen, sind sichere Zeichen von seinem Vorhandensein. Da der Sumpftorf nie in bedeutender Tiefe vorkommt, so ist der Erdbohrer das sicherste Mittel, sich von seinem Vorhandensein zu überzeugen, und man darf sich um so weniger weigern, ihn anzuwenden, weil dadurch keine bedeutenden Kosten veranlaßt werden.

Auch in Gebirgen kommt Torf vor, und selbst auf bedeutenden Höhen; jedoch nur auf Plateau's, in Schluchten, so wie in mehr oder weniger weiten Becken, darf man ihn zu finden hoffen.

Zum weitern Studium über diesen, hier nicht weiter auszudehnenden, Gegenstand, ist Dau's neues Handbuch über den Torf, Leipzig, 1823, zu empfehlen.

Auffuchung von Quellen.

Die Auffuchung von Quellen hängt im Allgemeinen von der geognostischen und localen Kenntniß des Ortes ab, den man, unter diesem Gesichtspunkt des öffentlichen Nutzens, untersuchen will. Es giebt viele Gegenden, in welchen man, wenn man einen Brunnen absinkt, in einer gewissen Tiefe Wasser findet; es giebt dagegen andere, in welchen man gar keine Brunnen anlegen kann. Im Allgemeinen braucht man jedoch kaum 7 bis 10 Lachter abzusinken, ohne daß man nicht in Thälern und Ebenen überall so reichliche Quellen fände, um Brunnen zu ökonomischen und häuslichen Zwecken zu unterhalten. Ich

sage, im Allgemeinen, weil es Gegenden giebt, die dieses Vortheils ganz beraubt sind.

In einer Stadt z. B., in welcher die Brunnen einander nahe liegen, kann man mit sicherm Erfolge eingraben; wenigstens würde es ein sonderbarer Zufall sein, wenn man die allgemeine Quelle verfehlte, die alle die übrigen Brunnen speis't, und die gegenseitige Verbindung derselben ist so bedeutend, daß sie bei großer Trockenheit alle zugleich versiegen. Weit gewagter ist es, einen isolirt liegenden, als einen Brunnen in der Nachbarschaft anderer abzusinken. Jedoch haben die Grubenbaue dargethan, daß im Innern der Erde eine Menge von, unterirdische Wege befolgenden, Wasseradern vorhanden sind, und daß es sehr selten ist, durch ein Absinken nicht irgend eine derselben abzuschneiden.

In den Flötzgebirgen, die aus regelmäßig über einander liegenden Schichten bestehen, und mehr noch in den tertiären Gebirgen von noch jüngerer Entstehung, ist es häufig, wie z. B. in der Gegend von Paris, der Fall, daß man einen beträchtlichen Strom Wasser unmittelbar unter einer Thonschicht findet, die ihn bedeckt und verhindert, daß er sich in die oberen Schichten verbreitet, so daß man, sobald man diese Schicht trifft, gewiß ist, daß darunter Wasser vorhanden sei. Man hat diesen Umstand, dessen Wirkung darin besteht, das Wasser unter dem Niveau zu erhalten, welches es natürlich angenommen haben würde, wäre es nicht unter einem Druck befindlich gewesen, dazu benutzt, die unterirdischen Gewässer auf die Erdoberfläche zurück zu führen, und auf dieses Prinzip, oder richtiger gesagt, auf die constante Beobachtung dieser Thatsache, sind die sogenannten artesischen Brunnen gegründet, von denen wir am Ende dieses Hauptstücks eine Idee geben werden.

Wenn die unterirdischen Gewässer in einer gewissen Tiefe unter der Dammerde-Schicht fließen, so zeigt sich

ihr Vorhandensein nicht an der Oberfläche; bei einiger Kenntniß der Gebirgsbeschaffenheit wird es jedoch keine Schwierigkeiten haben, zu bestimmen, wo die Versuchsarbeiten anzusetzen sind. Die warmen Quellen sind und werden durch einen Zufall entdeckt, z. B. durch eine Stelle, an welcher der Schnee nicht liegen bleibt, an welcher die Vegetation weiter vorgerückt ist, an welcher sich im Winter ein schwacher Dampf zeigt, so wie durch eine Menge anderer Umstände, deren Aufzählung unnöthig sein würde. Salzige Gewässer erkennt man besonders durch die Salztheilchen, welche sie in der Gegend des Punktes, an dem sie zu Tage ausgehen, absetzen, und daß die, weit schärfere Sinne besitzenden Thiere, diese Art von Lockspeise von fern wittern, sich begierig darauf werfen und so uns das zeigen, was sonst noch Jahrhunderte unbekannt geblieben wäre. Man sagt, daß mehrere Salzquellen auf diese Weise von Schaafen und Ziegen entdeckt worden seien, indem dieselben, wie die meisten Vögel, das Salz lieben, weshalb letztere auch salzige und salpeterartige Steine anpicken. Uebrigens ist es auch der Gips, der selbst Steinsalzmassen enthält, in welchem man Salzquellen zu finden hoffen darf, die dagegen auch wiederum die besten Anzeigen von dem Vorhandensein des Steinsalzes sind. Die sogenannten Mineralquellen thun sich durch kein constantes äußeres Zeichen kund; sie finden sich in allen Gebirgsarten.

Die Gewässer von Baden-Baden, Carlsbad, Eger, Marienbad und Töplitz in Böhmen, von Warmbrunn und Reinerz in Schlesien, von Liebenstein im Thüringer Walde, von Wildbad in Gastein, die von Barège, Bagnères-Luchon, Cauteret, Eaux Bonnes, Aix, Vic und Chaudes-Aigues in Auvergne, von Vals in Nivarais, von Acqui in Piemont, kommen aus den Urgebirgen, aus Granit, Porphyr ꝛc.

Die Quellen von Aachen, Charlottenbrunn in Schlesien, Ems, Fachingen, Geilnau, Schlangenbad, Selters,

Spaa, Wiesbaden, von Vichy in Bourbonnais, von Cransac in Aveyron, von Bath und Bristol in England, entspringen aus dem Uebergangs- und dem Steinkohlengebirge.

Die Quellen von Baden bei Wien, von Baden und Leuk in der Schweiz, Pisa in Italien, Bourbonne-les-Bains in Frankreich, aus dem Liaskalk; die von Brückenau in Baiern, von Pyrmont, Dryburg, von Plombières in den Vogesen, aus dem bunten Sandstein; die von Forges in der Normandie aus der Kreide; die des Mont d'Or, mehrere in Auvergne, die von Albano, unweit Verona, aus vulkanischen Massen*).

Versuchsbaue.

Die Versuchsbaue sind nicht überall dieselben; ein Lager kann nicht wie ein Gang angegriffen werden; eine Ebene und ein Gebirge erfordern verschiedene Arbeiten; die localen Umstände sind es, welche diese oder jene Arbeit bestimmen.

Bemerkt man z. B. in dem Bett eines Baches, der durch eine Wiese fließt, einige Spuren von einem Torflager, so ist es, um sich von seiner Mächtigkeit und Ausdehnung zu überzeugen, hinlänglich, von Distanz zu Distanz, in allen Theilen der Wiese, Löcher zu machen, entweder blos mit einem Spaten, oder mit einem ähnlichen Bohrer, wie die sind, welche man zum Ausbohren der Röhren und der Naben der Räder gebraucht. Man findet dieses Werkzeug bei den Brunnenmachern und bei den Stellmachern; denn da man nur weiche oder zerreibliche Substanzen zu durchbohren hat, so braucht man den Bergbohrer, von dem weiter unten geredet werden soll, nicht anzuwenden. Hat man nun die Mächtigkeit und Ausdehnung

---

*) Ein vollständiges Verzeichniß der Salz- und auch der Mineralquellen findet man in Keferstein's geogn.-geol. Deutschland, Band II. Heft 2 und 3, Band III. Heft 1 und 2, und Band V. Heft 1.

H.

des Torflagers untersucht, so muß man, um sich einige Karren voll von dem Torfe zu Versuchen zu verschaffen, einen langen und engen Graben machen, und ihn so anlegen, daß er der Wiese als Abzugsgraben dient, so daß, wenn die Versuchsarbeiten keinen glücklichen Erfolg haben, die schon ausgeführte Arbeit zur Verbesserung der Oberfläche dient. Man muß sich überhaupt wohl hüten, das Grundeigenthum, diese Mutter des Vaterlandes, zu verderben, indem dasselbe einen ganz andern Werth und eine ganz andere Wichtigkeit hat, als die Mineral-Industrie. Man darf diese große Wahrheit nie unberücksichtigt lassen, und ehe man ein Feld oder einen Weinberg umwühlt, oder einen tragbaren Baum umhauet, muß man erst mit der größten Sorgfalt untersuchen, ob es nicht Mittel giebt, alle diese Verheerungen zu vermeiden, die, wenn sie auch dem Eigenthümer oder Pächter bezahlt werden, dennoch der Masse von Consumenten zum Nachtheil gereichen.

Die einfachste und die geringsten Kosten verursachende Versuchsarbeit ist das Ueberröschen, oder die Führung eines Grabens; sie ist aber auch kaum bei etwas anderem als bei dem Torf anwendbar. Jedoch wird das Ueberröschen zuweilen in ebenen Gegenden, in welchen das Streichen der Lager durch die Cultur verdeckt ist, nöthig. Alsdann ist es hinlänglich, zwei sich unter einem gewissen Winkel kreuzende Gräben zu machen, deren Richtung nach dem Fallen der Lager verschieden ist, um zu einer Kenntniß des Fallens und Streichens zu gelangen, Data, die zu dem Ansetzen eines Versuchs- oder Schürfschachtes unumgänglich nothwendig sind. Um ferner Entschädigungen zu vermeiden und um weniger Schaden anzurichten, rathe ich, die Dammerde auf den einen Rand des Grabens zu werfen und die Berge oder den Schutt auf den entgegengesetzten. Auf diese Weise ist man, wenn die Gräben wieder verschüttet werden, im Stande, die Berge in den Grund

und die gute Dammerde darüber her zu schütten, so daß an dem Ackerboden gar kein Schaden geschieht.

In Gebirgen kann man die ersten Versuchsbaue fast immer mit Stollen unternehmen, indem man das zu Tage ausgehende Lager oder den Gang unmittelbar angreift, oder ihn in einer gewissen Distanz überfährt oder abschneidet. In allen Fällen muß man den Stollen stets an dem niedrigsten und der Lagerstätte am nächsten liegenden Punkte ansetzen, damit man ihn an einem Punkte anfährt, der durch den Einfluß der äußern Luft nicht verändert sein kann, und um den Grundgewässern, die man fast stets mit Gewißheit antrifft, einen leichten Abfluß zu verschaffen; endlich, um den ganzen, über dem Stollen liegenden Theil des Ganges oder Lagers abzutrocknen oder ihm Wasserlosung zu verschaffen, so daß der Stollen zugleich als Versuchsbau zur Abführung der Wasser und zur Förderung dienen kann. Der darüber liegende Theil der Lagerstätte kann alsdann in der Folge von unten nach oben zu abgebauet werden, wie weiter unten in dem Kapitel von den Abbauen näher gezeigt werden wird.

Da oft der Fall vorkommt, daß man genöthigt ist, den Versuchsstollen von einem engen Thale aus, welches einem Strome als Bett dient, zu treiben, so muß man es wohl beachten, das Mundloch wenigstens ein Lachter über dem höchsten Wasserstande anzusetzen; denn man darf nicht vergessen, daß sich die von der Arbeit erfolgenden Berge in das Bett des Stroms absetzen und einen Damm bilden werden, der das Wasser augenblicklich stauen und die Baue überschwemmen wird, wenn man keine Vorsichtsmaßregeln getroffen hat.

Dieser Haufen von Schutt oder Bergen, den man die Halde nennt, kann freilich so aufgestürzt werden, daß dadurch das Wasser entfernt und vor dem Stollen ein ebener Platz gebildet werde, der zum Aufstürzen und Aus-

schlagen der Erze, zur Vorbereitung des Grubenholzes ꝛc., benutzt werden kann. Es ist daher nicht einerlei, das Aufstürzen der Berge dem Zufall zu überlassen, sondern es muß dieß in einer gewissen Ordnung geschehen.

Ist es ein sehr seiger fallender Gang, der angegriffen werden soll, und ist das Hangende und Liegende fest, so muß man den Stollen hoch und eng machen, jedoch nicht enger als $3\frac{1}{2}$ bis $3\frac{2}{3}$ Fuß an der Sohle und zwischen der Zimmerung, damit man mit den Laufkarren hindurch kommen könne.

Wenn der Gang selbst nicht brüchig ist, oder wenn der Stollen querschlägig durch das Nebengestein, d. h. so getrieben ist, daß er die Lagerstätte in einer gewissen Distanz überfährt oder abschneidet, so muß man der Förste, d. i. der Decke, die Gestalt eines gothischen oder Spitzbogens (Taf. II. Fig. 4) geben, und die Wölbung etwas oberhalb des Ellbogens der Arbeiter anfangen. Diese Gestalt, durch welche die möglichst geringste Bergemenge veranlaßt wird, steht in einer nicht sehr brüchigen und nicht zu sehr klüftigen Felsart fest genug, so daß gar keine Zimmerung erforderlich ist.

Ist aber der Gang brüchig und das Nebengestein im Hangenden und Liegenden fest, so besteht die Zimmerung aus einem bloßen, zwischen das Nebengestein eingetriebenen Stempel. Nach der Consistenz endlich wendet man entweder die halbe oder die ganze Thürstock-Zimmerung, die in einem der folgenden Hauptstücke näher beschrieben werden, und die auf Taf. II. Fig. 4 bis 9 abgebildet worden sind. Ein solcher Stollen, der den Bauen mehrere Jahre lang Wasserlosung verschaffen kann, muß nothwendiger Weise ein geringes Ansteigen von dem Mundloche ab haben; allein man darf ihm auch nicht zu viel geben, weil sonst die Sohle bald über die Höhe des Mundloches käme, die Luft, oder wie die Bergleute sagen, die Wetter, schlecht circuliren oder wechseln, zu warm werden und zu-

letzt die Lichter auslöschen; 0,015 Zoll Ansteigen auf 1 Lachter ist zum Abfluß des Wassers hinlänglich.

Wenn die Sohle fest und eben ist, so kann anfänglich die Karrenspur zur Wasserseige dienen; ist sie aber brüchig und schlammig, so muß man entweder auf einer der Seiten oder in der Mitte des Stollens eine Wasserseige vorrichten, und im letztern Falle sie mit dem Brett bedecken, welches zur Karrenspur dient.

Führt das Wasser nicht zu viel Schlamm mit sich, so hat es gar nichts Unbequemes, den Kanal unter dem sogenannten Tragwerk, auf welchem die Förderung geschieht, vorzurichten; sonst muß man ihn an die eine Seite anbringen, um ihn, ohne die Karrenläufer zu stören, öfter reinigen zu können.

Greift man ein Lager oder Flötz von geringer Mächtigkeit an, dessen Dach aus einer festen Felsart besteht, so muß man sich wohl hüten, es wegzunehmen.

Ist dagegen die Sohle fest, so muß man sie ebenfalls nicht angreifen, und sind endlich Sohle und Dach gleich fest, so muß man eher das Dach als die Sohle wegnehmen, weil, wenn man das Lager auf eine gewisse Strecke frei gemacht und den Stollen gehörig gereinigt hat, man nur blos die Substanz, welche der Gegenstand des Abbaues ist, wegzunehmen braucht, um sie vollkommen rein zu erhalten. Unter solchen Umständen muß man den Stollen nicht höher als 5 (pariser) Fuß machen, welches für Karrenläufer von 12 bis 14 Jahren hinreichend ist. Es würde eine noch geringere Höhe hinreichend sein; allein dann würden auch sehr bald die Wetter mangeln, man würde bald dahin kommen, den Stollen erhöhen zu müssen, das Holz würde zu kurz sein, und man würde solch' eine schlecht angebrachte Oekonomie bald zu bereuen haben. Die guten Dimensionen eines Stollens sind die folgenden:

5 (pariser) Fuß Höhe;

3 Fuß 6 Zoll Weite an der Sohle;
2 Fuß 6 Zoll Weite an der Förste.

Diese Maaße sind jedoch im Lichten der Zimmerung genommen, so daß das Gebirge 8 Zoll höher und 16 Zoll weiter weggenommen werden muß.

Giebt man dem Stollen die Form eines Spitzbogens, so macht man ihn bis zum Schluß desselben nur 5 Fuß hoch, und beginnt den Bogen schon in der Mitte dieser Höhe. Wenn man nur die Keilhaue oder Schlägel und Eisen zu dem Stollenhiebe anwendet, so kann ein solches gothisches Gewölbe sehr regelmäßig gemacht werden, welches bei der Sprengarbeit bei weitem nicht so der Fall ist.

Außer der Ersparung des Holzes, ist ein einziger Blick auf Taf. II. Fig. 4 hinreichend, uns zu überzeugen, wie viel weniger Gestein man wegzuhauen nöthig hat, und wie sehr die Masse der auszufördernden Berge dadurch vermindert wird. Der Vortheil ist zu offenbar, als daß man nicht überall da, wo es das Gestein irgend zuläßt, ein solches Verfahren anwenden sollte.

Obwohl man es so viel als möglich vermeiden muß, die Lager, und besonders die Gänge, an dem Punkte anzugreifen, der sich auf dem Gipfel eines Gebirges zeigt, so ist man doch zuweilen dazu gezwungen, diese Art von Versuchsarbeit anzunehmen und auf dem Fallen der Lagerstätte selbst einen Schacht abzusinken. Ungeschickte Bergleute werden es freilich sehr angenehm und selbst lohnend finden, den Bau auf der auszurichtenden Lagerstätte des Combustibils oder des Erzes selbst zu betreiben; man wird aber sehr bald die Nachtheile eines solchen schlechten Verfahrens, welches weder die Vortheile eines seigern (senkrechten) Schachtes, noch die Bequemlichkeit eines söhligen (horizontalen) Stollens hat, einsehen.

Sowohl die Förderung als auch die Wasserhaltung wird sehr schwierig und kostbar. Je geringer der Fallwin-

kel

kel der Lagerstätte ist, um so mehr muß man die Versuchs- oder Schurf-Schächte vermeiden; je größer jener ist, um so geringer sind die Unbequemlichkeiten von diesen. Und wirklich, je mehr sich das Fallen dem Seigern nähert und der Schacht selbst einem seigern oder sogenannten Richtschacht, um so eher muß man einem solchen den Vorzug geben, wenn das Fallen unter 45° bis 50° beträgt.

Jedoch giebt es viele Gruben, die auf diese Weise betrieben werden, in die man mittelst in das Gestein gehauener oder von Holz gearbeiteter Treppen einfahren muß, und aus welchen Alles auf den Rücken von Menschen herausgefördert wird. Die Braunkohlengruben der Provence gehören in diese Klasse.

Ist man genöthigt, einen flachen Schacht auf dem Fallen des Lagers oder Ganges abzuteufen, so muß man wenigstens an seiner Oeffnung irgend eine Förderungs-Maschine anbringen und sich der Hunde bedienen, deren Räder auf den Backen einer liegenden Leiter oder Fahrt laufen lassen, die auch zu gleicher Zeit zum Ein- und Ausfahren der Bergleute dient. Auf die Backen genagelte Blechstreifen erleichtern das Fahren der Hunde außerordentlich, ohne die Kosten bedeutend zu vermehren; denn ein $1\frac{1}{2}$ Zoll breiter, 2 Linien starker und 100 Fuß langer Blechstreifen wiegt nur ungefähr 75 Pfund Kölnisch. Man muß nur dahin sehen, daß die Nagelköpfe versenkt werden, damit die Räder des Hundes nicht hängen bleiben. Da man in einen solchen flachen Schacht, oder schwebenden Stollen, nie aufrecht stehend einfährt, so braucht man ihn nicht höher, als ungefähr 4,2 Fuß, zu machen. Hat ein Lager nur ein geringes Fallen, und schießt es unter ein hohes Gebirge ein, so muß man es mittelst eines, in einer geraden Richtung betriebenen, oder, wie der Bergmann sagt, in einer Stunde aufgefahrenen Stollens, angreifen, der auch nur ein sehr geringes Ansteigen hat. Dehnt sich aber ein solches flach fallendes

Lager unter einer Ebene aus, so darf man nicht lange schwanken, sondern muß es mittelst eines Nicht-Schachts angreifen, der es in einer um so größern Tiefe trifft, je mehr man sich von dem Punkte entfernt, an welchem es zu Tage ausgeht. Man muß entweder auf dem Papier ein Dreieck zeichnen, oder einen Sinus berechnen; denn wenn man das Fallen eines Lagers scharf beobachtet hat, — und es ist sich fast überall gleich, — so kann man es nach Belieben bei 100, 200 oder 300 ꝛc. Fuß Tiefe abschneiden, und sich auf diese Weise eine abgetrocknete, mehr oder minder bedeutende, abzubauende Masse sichern.

Ein Versuchsschacht, der ungefähr 50 Lachter tief abgesunken werden soll, muß mit der Zimmerung 9 Fuß lang und 6 Fuß weit sein, oder ohne die Zimmerung 8 und 5 Fuß. Ist das Gestein fest und man zieht einen runden Schacht vor, so ist ein Durchmesser von 6 Fuß hinreichend. Jedoch ist ein ovaler Schacht einem runden vorzuziehen, er mag nun im festen Gestein stehen, oder ausgemauert werden. Denn da hier nur von einem Versuchsschachte die Rede ist, wobei vorausgesetzt wird, daß noch kein Durchschlag oder keine Verbindung mit einem andern Bau vorhanden, so ist es sehr wahrscheinlich, daß man in einer gewissen Tiefe schlechte Wetter treffen wird, besonders an stürmischen Sommertagen. Eins der besten Mittel, diese zu entfernen, besteht aber darin, einen sogenannten Schacht-Scheider anzubringen, der einen kleinen Theil von dem Schachte absondert und einen Luftstrom zwischen beiden Abtheilungen desselben hervorbringt. In einem länglich viereckigen oder ovalen Schacht kann dies nun leicht geschehen, allein in runden Schächten hat es bei weitem mehr Schwierigkeiten, und zwar aus folgendem Grunde:

Die Leitern oder Fahrten und die Pumpensätze, wenn man dieselben gebraucht, bringt man gewöhnlich in der kleinern Abtheilung des Schachtes an. Der Schachtschei-

der muß von oben bis unten untersucht und seine Fugen müssen mit Moos oder Werg verstopft werden können, und dazu sind die Fahrten unumgänglich nothwendig. Um den Scheider zu befestigen, müssen Stempel oder Einstriche in dem Schacht vorhanden, und der Fahrschacht muß wenigstens 18 Zoll weit sein. Die Stempel und der Scheider nehmen wenigstens 6 Zoll weg, so daß für den Raum, in welchem sich die Kübel bewegen müssen, nur ein Segment von 6 Fuß nach einer Seite und von 4 Fuß nach der andern bleibt, welcher jedoch nicht weit genug für die Bewegung der Kübel ist. Bei einem viereckigen Schachte bleibt ihnen ein Raum von 6 Fuß Länge und 3 Fuß Breite, und wenn man sie auf die Diagonale hängt, so berühren sie sich nie. Fast dasselbe findet bei einem ovalen Schachte statt. (Taf. X.)

Ich habe den Versuch mit allen drei Arten von Absinken gemacht, und kann daher die Versicherung geben, daß die angegebenen Inconvenienzen wesentlich sind. Die kleinen, neben einander abgesunkenen, runden und nur 18 Zoll weiten Schächte, werden nur in derselben Absicht, und um denselben Zweck, wie der Scheider, zu erfüllen, angewendet; jedoch kosten sie bei weitem mehr und haben noch den großen Nachtheil, daß dabei die sie trennende Erzmasse verloren geht. Man wendet sie nur bei der Gewinnung der Raseneisensteine an, und sie zeugen von der Kindheit der Kunst in ihrer ganzen Unvollkommenheit. Die Gestalt des Schachtes sei nun welche sie wolle, so muß er doch immer einen Sumpf haben, welcher die Wasser aufnimmt. Sind diese aber sehr häufig, so muß er die in 48 Stunden sich ansammelnden halten können, und dann ist es wohlfeiler und bequemer, ihn in der Gestalt einer Strecke horizontal zu verlängern, als ihn tiefer zu machen. Ein fester, mit einer Fallthüre versehener Bretterboden, muß den ganzen Sumpf bedecken und so eingerichtet sein, daß

man ihn leicht wegnehmen und wieder hinlegen kann, wenn man die Kübel gebrauchen will.

Der Bergbohrer endlich ist ein Mittel zu Versuchsarbeiten, das man oft an die Spitze aller vortheilhaften Unternehungen dieser Art stellt, das ich aber hier, aus weiter unten näher zu entwickelnden Gründen, zuletzt folgen lasse.

Der Bergbohrer.

Dieses Instrument besteht aus einer gewissen Anzahl von Eisenstangen, die mit ihren Enden an einander befestigt sind und mit einem verstahlten Werkzeuge endigen, welches den Zweck hat, die Erden und Gesteine zu durchbohren. An dem obern Ende bringt man eine horizontale hölzerne oder eiserne Stange, in der Gestalt eines T, an, so daß man an dem Bergbohrer im Allgemeinen drei Haupttheile unterscheiden kann: das Anfangsstück oder den sogenannten Krückel oder Drehling, welcher das T trägt, das Gestänge, welches aus einer größern oder geringern Anzahl mit ihren Enden an einander befestigter Stangen besteht, und das Endstück, welches man nach dem zu durchbohrenden Gestein, nach Belieben verändern kann. Zu diesen drei Haupttheilen kommen noch viele andere, die zu der Handhabung des Instruments dienen, indem dasselbe bald so schwer wird, daß man es ohne Hülfe gewisser Maschinen, der sogenannten Hebeladen, die von den Hebezeugen der Maurer und Zimmerleute, oder von den Rammen, nicht verschieden sind, nicht gebrauchen kann.

Das Ober- oder Anfangsstück besteht aus Eisen, und nimmt die horizontale Stange, den sogenannten Drehling oder Krückel, auf, mit welchem man die Bohrstangen dreht. Dieser ist mit einem Ring oder Bügel versehen, an welchem man das Seil befestigt, das man zum Herausziehen des Bohrers anwendet, und da dieser Bü-

gel frei ist und ohne den Bohrer gedreht werden kann, so kann dieser letztere ebenfalls, ohne das Seil, gedreht werden. (Taf. III. Fig. 4.)

Das Gestänge des Bergbohrers besteht aus eisernen, vier Fuß langen Stangen, die man Verlängerungsstücke nennt und die durch Schrauben, Muffen oder durch Gabeln mit einander verbunden werden.

Die einfachste Art der Zusammenfügung der Stangen ist die mittelst Schrauben, indem sie nur darin besteht, die Stangen an dem einen Ende mit einem Schraubengewinde und am audern mit einer Mutter zu versehen, so daß sie an einander geschroben werden können. Man wendet jedoch diese Construction deswegen nicht gern an, weil man alsdann den Bohrer mit dem Drehling nicht sicher vor- und rückwärts drehen kann, ohne befürchten zu müssen, daß sich die Stangen losschrauben.

Die Aneinanderfügung mittelst Muffen besteht darin, daß über das eine Ende einer Stange eine, an dem Ende der andern sitzende, Büchse oder Muffe greift, die mittelst eines Bolzens, vor welchen man eine Feder steckt, fest gehalten wird.

Die Aneinanderfügung mittelst Gabeln ist auf Taf. III. Fig. 1 und ff. näher dargestellt. Jede Stange hat an ihrem einen Ende eine Art Gabel und an dem andern einen Zapfen, der in die Gabel des nächsten paßt. Der Zusammensetzungspunkt besteht also immer aus einem Zapfen, über den eine Gabel greift, und ist etwas stärker, als der übrige Theil der Stange. Die Zusammenhaltung geschieht durch zwei Schraubenbolzen, die jedoch nicht beide auf einer Seite angebracht werden müssen, damit sie von zwei Arbeitern zugleich an einander und aus einander geschroben werden können. Man wird leicht einsehen, wie wichtig es ist, daß diese Zusammenfügung genau gearbeitet werde, damit alle Verlängerungsstücke, gleichviel,

welche es sind, an einander passen und man nicht nöthig habe, Zeichen und Nummern zu befolgen. Dasselbe muß bei den verschiedenen Endstücken der Fall sein, die alle gleiche Zapfen haben müssen, damit sie in die Gabeln aller Verlängerungsstücke passen.

Da die Festigkeit und Härte der Gesteine sehr verschieden ist, so gebraucht man auch eine Menge verschiedener Werkzeuge, die man an dem Ende der Stangen befestigt, damit man sie nach Beschaffenheit des Grades der Härte und Festigkeit der Gesteine auswählen kann. Man unterscheidet daher, in Beziehung auf ihre Gestalt und besonders auf ihren Gebrauch, dreierlei verschiedene Arten.

1. Die Schneidbohrer, welche zum Durchbohren der Dammerde, des Thons und des Sandes dienen. Man manipulirt damit, indem man sie wie die Bohrer dreht, mit denen man Röhren ausbohrt.

2. Die Kolben- und Meißelbohrer und Steineisen oder Trepans, die zum Durchbohren von Sandstein und überhaupt der festeren Gesteine dienen.

3. Die Krätzer, Schmand- und Soollöffel und Fangwerkzeuge dienen dazu, um das durch die ad 2. aufgeführten Werkzeuge hervorgebrachte Bohrmehl, die in das Innere des Bohrlochs herabgefallenen Steine, das in demselben befindliche Wasser und die Soole, so wie endlich die abgebrochenen und auf den Grund des Lochs gefallenen Theile des Bohrers, in die Höhe zu bringen.

Hierzu kommen dann noch mehrere Werkzeuge, die sich besonders auf die Untersuchung der Gewässer, auf die Instandsetzung der artesischen oder Springbrunnen beziehen. Diese Instrumente werden auch hauptsächlich zur Erweiterung der von dem Bohrer gemachten Löcher und zur Emporhebung des feinen und losen Sandes, der in den Kreidegebirgen so häufig vorkommt, angewendet.

Die Fig. 1 bis 16. Taf. III. stellen die verschiedenen Theile des Bergbohrers und alle die zur Aufsuchung von

Erzen und brennbaren Mineralien erforderlichen Werkzeuge dar, und geben davon eine so deutliche Ansicht, daß es unnütz sein würde, hier eine längere Beschreibung davon zu geben, zumal auch eine Erklärung aller Figuren der Inhaltsanzeige folgt. Zu diesen Werkzeugen kommen noch andere, welche locale Umstände erfordern und die man nach der Beschaffenheit des Gebirges auswählen muß. Die hier abgebildeten sind die gewöhnlichsten, z. B. bei Aufsuchung von Steinkohlen. Mehrere andere findet man in den unten citirten Werken, z. B. in dem von Garnier, abgebildet und beschrieben.

Manipulation beim Bohren.

Die Manipulation mit dem Erdbohrer, der, wie schon bemerkt wurde, an einem Seile hängt, das über die Rolle eines Hebezeugs geht und sich auf eine, mit zwei Hebeln versehene Welle rollt, ist sehr einfach und sehr leicht ausführbar, so lange man noch keine große Tiefe erreicht hat. Man durchschneidet alsdann die Dammerde gewöhnlich nur mit dem Schneidbohrer, Fig. 9. Taf. III., der nur, indem man ihn drehet, wirkt, und fast stets die Erde, welche er durchschnitten hat, mit in die Höhe bringt, indem sich dieselbe im Innern des Bohrers selbst anhäuft und daselbst fest wird.

Nachdem man die Alluvialschichten durchbohrt hat, trifft man gewöhnlich noch Thonschichten, die nicht mehr Schwierigkeiten zeigen, als die Dammerde, und sich auch eben so ausheben lassen. Bald aber kommt man auf festes Gestein, auf welchem man den Schneidbohrer vergebens drehet, und alsdann muß man ihn losschrauben und statt seiner einen der Steinbohrer, die in Fig. 12, 13, 14, 16. Taf. III. dargestellt worden sind, gebrauchen.

Jedoch bedient man sich dieser Werkzeuge nicht blos, indem man sie dreht, sondern man muß den ganzen Boh-

rer, mittelst des Seils und des Haspels in die Höhe heben, indem man ihn nun mit seinem ganzen Gewicht zurückfallen läßt, werden die härtesten und festesten Gesteine zertrümmert und in Pulver, in Splitterchen und in Schlamm verwandelt.

Wenn man mit der Arbeit eine Stunde, oder länger oder kürzer, fortgefahren hat, und man glaubt eine gewisse Wirkung hervorgebracht zu haben, so zieht man den Bohrer mit Hülfe des Haspels heraus, schraubt den Gesteinbohrer los und ersetzt ihn durch einen mehr oder minder engen Krätzer oder Bohrlöffel, Fig. 11. Taf. III., mittelst dessen man, indem man ihn dreht, die Trümmer von der Schicht, die man durchbohrt, in die Höhe bringt.

Scheint der Grund des Bohrloches gehörig geräumt zu sein, so verwechselt man den Bohrlöffel mit dem frühern, oder einem andern Bohrer, wenn man glaubt, daß dieser mehr als jener wirken könne. Zugleich muß der Aufseher nun seine ganze Aufmerksamkeit auf das Waschen, Numeriren und Etiquettiren des durch den Bohrlöffel in die Höhe gebrachten Bohrmehls verwenden. Er muß, um ordnungsmäßig und so zu verfahren, daß aus dem Bohren, welches er leitet, der Nutzen, den man davon erwarten darf, gezogen werde, Alles in ein Heft mit folgenden Colonnen eintragen:

die Nummer der Ausräumung;
die Tiefe des Bohrlochs;
das angewendete Endstück;
der Härtegrad des Gesteins und
die Mächtigkeit der Gesteinschicht.

Bei jeder Schicht werden, je nachdem sie mehr oder minder mächtig ist, zwei oder mehrere Ausräumungen erforderlich sein.

Endlich muß das Bohrmehl, wenn es thonig ist, geschlämmt, oder, wenn es aus Gesteinstückchen und Sand besteht, in vielem Wasser gewaschen werden. Jedes

muß numerirt, in ein Kästchen gelegt und so aufbewahrt werden, so daß man mit einem Blick die Reihefolge der durchbohrten Lagen und Schichten übersehen kann.

Diese Sammlung und das Journal bilden das Historische der ganzen Operation.

Um so viel als möglich die Verwirrung zu vermeiden, die aus der Vermengung des Bohrmehls zweier benachbarter Schichten hervorgehen würde, muß man den Bohrer oft genug herausziehen, und besonders jedesmal dann, wenn man eine Veränderung der Härte bemerkt, welches aus dem größern oder geringern Widerstande, den man findet, hervorgeht, z. B. wenn man aus dem Sandstein in den Schiefer, aus dem Schiefer in fetten Thon, oder aus diesem in die Steinkohle gelangt. Man wird davon hinlänglich durch die Art, wie sich der Bohrer einsenkt, benachrichtigt, und bei diesen Uebergängen muß man die Aufmerksamkeit und Wachsamkeit verdoppeln.

Wenn das Bohren die Aufsuchung von Steinkohlen zum Zweck hat, so muß man auch die Farbe des Bohrmehls oder Bohrschmandes berücksichtigen, und wenn man einige Stückchen Kohle aus der fetten Erde auswäscht, so muß man das Ausräumen mit doppelter Vorsicht vornehmen, die Tiefe untersuchen, sie sorgfältig aufzeichnen und die Arbeit wieder anfangen, aber öfter ausräumen. Besteht das Bohrmehl aus reiner Steinkohle, so ist es klar, daß man ein Flötz von diesem Mineral erreicht hat. Man darf es nicht vernachlässigen, so genau als möglich die Mächtigkeit des Flötzes zu untersuchen, und man gelangt nicht anders dazu, als wenn man den Bohrer um so öfter in die Höhe zieht, da die Steinkohle dem Stoße des Meißels nicht stark widersteht, leicht zertrümmert wird, und da, wenn man den Bohrer lange niederstieße, man fürchten müßte, über das Flötz hinaus zu bohren, in seine Sohle einzudringen, nur außerordentlich feines Steinkohlenpulver und ein falsches Maaß von seiner Mächtigkeit

zu erhalten, während dem, wenn man sich eines Spitzbohrers bedient und fleißig ausräumt, man nußgroße Kohlenstückchen in die Höhe bringt, aus denen man ihre Qualität und auch eher den Moment beobachten kann, wenn man das Flötz durchbohrt hat und zu seiner Sohle gelangt ist.

Vergleichende Kosten der Bohrarbeit und des Absinkens eines Versuchsschachtes.

Wie wohlfeil und vollkommen zugleich würde diese Art der Versuchsarbeiten sein, wenn die Bohroperation mit der Ordnung und Schnelligkeit ausgeführt würde, wie wir hier angegeben haben! Allein obwohl man anerkennen muß, daß der Bergbohrer ein treffliches Instrument ist, daß es große Dienste geleistet hat und noch weit größere leisten wird, wenn man es erst genauer kennen, wenn man die Manipulation mit demselben vervollkommnen und noch mehr geschickte Bohrarbeiter gebildet haben wird: so kann ich es doch auch nicht unterlassen, alle die kleinen Schwierigkeiten aufzuzählen, welche die Arbeit ganz außerordentlich aufhalten und vertheuern, damit man sich nicht durch ihre anscheinende Einfachheit über die Kosten, welche sie veranlaßt und über die Wichtigkeit ihrer Resultate täuschen lasse.

Mit allen erfahrenen Bergleuten komme ich in der Annahme überein, daß man zuweilen ein Steinkohlenflötz, oder jede andere Lagerstätte nutzbarer Mineralien, mit weit geringern Kosten und in weit kürzerer Zeit mit dem Bergbohrer, als mit einem Versuchsschacht, ausrichten könne. Jedoch kann dieß mit ersterm nie so vollkommen, als mit letzterm geschehen, und wenn man, um die ganze Gewißheit über diesen Gegenstand zu erlangen, drei Bohrlöcher abteufen muß, so sind Zeit und Kosten ungefähr mit denen gleich, die ein einfacher Versuchsschacht verursacht haben würde. Nun muß noch bemerkt werden, daß die drei

Bohrlöcher immer noch nicht von dem Absinken eines Schachtes befreien. Folgende Berechnungen werden den Satz näher beweisen.

Das Abbohren von 100 par. Fuß veranlaßt (für Frankreich) im Steinkohlengebirge folgende in runden Summen ausgedrückte Kosten:

Ein Bergbohrer, nebst den nöthigen Endstücken und 100 Fuß Verlängerungsstangen, kostet im Ankaufspreise 1000 Franken oder 250 Rthlr.

300 Schichten à 2 Fr. 25 Cent. (13½ gGr.)	168¾	=
Aufsicht, Seil, Hebezeug, Nebenkosten 325 Fr.	81¼	=
2000 Fr. oder	500	Rthlr.
Dazu zwei andere Bohrlöcher	500	=
	1000	Rthlr.

Nach Fars betrugen in England, im Jahre 1765, die Kosten eines Bohrlochs von 100 Toisen Tiefe, ohne Ankaufspreis des Bohrers, 5712 Franken, also für 100 par. Fuß 952 Fr. oder 238 Rthlr. Der Geheimrath v. Langsdorff zu Heidelberg, unter dessen Leitung bekanntlich sehr viele Bohrversuche angestellt worden sind, und der deshalb eine bedeutende Erfahrung in dieser Hinsicht erlangt hat, giebt in seinem neuern, unten näher bezeichneten, salinistischen Werke, folgende Kosten an:

Auf	100′	par.	Bohrtiefe	2590	rhein. Fl.
=	200′	=	=	3486	= =
=	300′	=	=	4394	= =
=	400′	=	=	5308	= =
=	500′	=	=	6226	= =
=	600′	=	=	7150	= =
=	700′	=	=	8080	= =

Bei diesen Angaben ist ein festes Gebirge zum Grunde gelegt.

Ein Förderungsschacht von 100 Fuß Tiefe, 9 Fuß

Länge und 6 Fuß Weite, gehörig ausgezimmert, nebst Schachtscheider, Fahrten und einem Pferdegöpel zu zwei Pferden, kostet da, wo das Schichtenlohn 15 gGr. ($2\frac{1}{2}$ Fr.) beträgt, ungefähr 7000 Fr. (1750 Rthlr.). Reducirt man diese Dimensionen auf einen Versuchsschacht von 6 Fuß Länge und $4\frac{1}{2}$ Fuß Weite, so erhält man 3500 Fr., wofür wir 4000 Fr. oder 1000 Rthlr. setzen wollen. Ein solcher Schacht, welcher nur geringe Dimensionen hat, kann recht gut in drei Monaten abgesunken werden, und ich glaube, daß drei Bohrlöcher mit dem Transport und Aufstellen der Bohrvorrichtuug, mindestens eben so viel Zeit erfordern; man sieht also, daß Kosten und Zeit gleich sind. Nun will ich auch annehmen, daß man den Bohrer nicht zu kaufen nöthig hat, sondern denselben entweder schon besitzt oder geliehen erhält, und daß drei Bohrlöcher nur, mit allen Kosten, eine Ausgabe von 3000 Franken oder 750 Rthlr. erfordern: so frage ich, ob man es nicht bei Versucharbeiten oder bei wirklicher Ausrichtung vorziehen wird, 100 bis 200 Rthlr. mehr auszugeben und dann einen Schacht zu haben, in welchem man zu jedem Augenblick hinabfahren, jedes Flötz, sobald man es gefunden, genau untersuchen, die durchsunkenen Felsarten mit denen an einem andern Orte, oder in einer andern Grube, vergleichen kann? Wer wird, frage ich, eine solche Arbeit nicht einem ungenügenden Bohrloche von 3 bis 5 Zoll Weite vorziehen, aus dem man nur Schlamm erhält, und das nur dann eine sichere Untersuchung gewährt, wenn man noch mehrere andere absinkt? Und dennoch erhält man durch das Ganze nur eine unvollkommene und zweifelhafte Kenntniß von der Mächtigkeit und Constanz eines Lagers, welches man kennen zu lernen sucht. Ich sage, zweifelhaft und unvollkommen, weil das Mineral, welches der Gegenstand des Bohrens ist, nur in Pulverform und unter einer ganz andern Beschaffenheit zu Tage kommt; denn es muß stets Wasser auf dem Bo-

den des Bohrlochs befindlich sein, damit sich die Endstücken des Bohrers nicht erhitzen und weich werden. — Sehr wichtig und dem Abteufen eines Schachts vorzuziehen ist dagegen das Bohren auf Salzquellen, indem man dabei der Schächte ganz entbehren und die Soole durch das Bohrloch zu Tage fördern kann, wie mehrere englische und die Salinen von Vic in Frankreich, von Jaxtfeld und Wimpfen in Schwaben ꝛc., darthun.

Verzögerungen und Unfälle.

Es müssen nun noch die hauptsächlichsten Schwierigkeiten bei der Bohrarbeit, die schon oben erwähnt wurden, aufgezählt werden.

Je tiefer das Bohrloch wird und je mehr Verlängerungsstücke man gebraucht, je schwieriger und zeitraubender wird auch die Arbeit des Los- und Anschraubens der Verlängerungsstücke, sobald man ein anderes Endstück nehmen oder das Bohrloch ausräumen will, welches dann zuweilen gar keinen Erfolg hat. Man wird daher sehr wohl thun, ein hohes Gerüst zu errichten, über welches das zum Emporziehen bestimmte Seil weggeht, damit man lange Stücken von dem Gestänge auf einmal herausnehmen kann.

Das Ausräumen hat Schwierigkeiten, wenn der Bohrschmand zu dünn und zu flüssig ist; er bleibt alsdann nicht in dem Schmandlöffel hängen, und man muß einen bis zur Hälfte seiner Höhe verschlossenen Bohr nehmen, der zuerst den flüssigsten Bohrschmand wegnimmt, worauf man dann den halbgeschlossenen Schmandlöffel einschraubt und die Ausräumung damit vollendet. Loser Sand, zäher Thon und Geschiebe zeigen wieder Schwierigkeiten einer andern Art.

Oft zerbricht das Bohrgestänge in dem Bohrloche; man zieht es alsdann ohne große Schwierigkeiten mittelst der Fangglocke (Fig. 15. Taf. III.), deren Inneres konisch

ist und stählerne Schraubengänge hat, oder auch mit dem einfachen oder doppelten Krätzer (Fig. 10.), der inwendig schneidend ist, heraus. Allein wenn ein solcher Unfall auch redressirt werden kann, so veranlaßt er doch Zeitverlust und vermehrt die Kosten.

Das Niederfallen des Bohrers erschüttert fortwährend alle Schrauben und veranlaßt zuweilen ein Losziehen derjenigen, die nicht mit dem Schlüssel gehörig fest angezogen worden sind. Wenn eine solche Schraube auf den Grund des Bohrlochs fällt, so verursacht es große Schwierigkeiten, dieselbe wieder heraus zu ziehen, besonders wenn man in einer sehr harten Gesteinschicht sitzt. Mir gelang es nicht, eine solche losgegangene Schraube wieder in die Höhe zu bringen; da aber eben eine Schieferthonschicht durchbohrt wurde, so schob man sie mittelst der Stöße des Bohrers seitwärts in das Gestein, in welchem sie hängen blieb und nicht wieder herausfiel.

Wenn die Arbeiter aus Nachlässigkeit oder aus Unkunde den Bohrer vom Sonnabend Abend bis zum Montag Morgen in dem Bohrloche stecken lassen, so könnte es leicht kommen, daß man ihn nicht wieder herausziehen könnte. Er kann in dem feuchten und zähen Bohrschmand einrosten und so fest darin werden, daß die Kraft des Haspels nicht hinreicht, ihn heraus zu ziehen und daß die besten Seile zerreißen. So mußte man in der Nähe von Paris einen Bohrer stecken lassen, und ein anderer Unfall der Art trug sich unter meinen Augen zu. Man vernachlässigte es, ein abgebrochenes Stück von dem Bohrer sogleich wieder herauszuziehen, obwohl dieß mit der Glocke leicht geschehen konnte, und später mußte man das Bohrloch verlassen.

Aufsicht.

Endlich muß ich auch noch zu allen diesen Nebenursachen, welche einen Aufenthalt der Bohrarbeit herbeifüh-

ren und mehr Kosten verursachen, die Nothwendigkeit einer steten Aufsicht hinzufügen, sowohl um die auf einander folgenden und oft wenig anhaltenden Veränderungen der Beschaffenheit der Gesteine kennen zu lernen, als auch, um dem Betruge und dem bösen Willen der Arbeiter, die in das Bohrloch einige Stückchen von der Substanz, die der Gegenstand der Versuche ist, werfen könnten, um sie darauf mit in die Höhe zu bringen und der ferneren Fortsetzung einer von ihnen auszuführenden Arbeit nicht ausgesetzt zu sein. Auch könnten sie ein Stückchen Eisen oder einige Steine in das Bohrloch werfen, welches den Unternehmer veranlassen könnte, das Ganze aufzugeben. Um daher allen diesen Nachtheilen zu entgehen, muß man das Bohrloch mit einem Deckel versehen und diesen verschließen, sobald die Arbeit ruhet oder der Aufseher sich entfernen muß. Dieser aus zwei Klappen bestehende Deckel muß während der Arbeit niedergelassen sein, indem er ein Loch hat, durch welches das Bohrgestänge durchgeht. Aus Vorsicht muß auch noch eine Scheibe von Leder oder Filz über die Stange geschoben werden, die mit ihr auf und nieder geht und die das Hineinfallen jedes fremden Körpers in das Bohrloch verhindert. Besonders muß bei dem An- und Auseinanderschrauben der Stangen die Offnung in dem Deckel mit der Scheibe bedeckt sein, da die Schraubenbolzen glatt und mit Schlamm bedeckt sind.

Alle diese kleinen Vorsichtsmaaßregeln, alle diese Hindernisse, sind zwar geringfügig, allein sie vermehren sich in dem Maaße, als das Bohrloch tiefer wird, und eine Auswechselung des Endstücks, oder das Ausräumen, welches bei zehn Meter Tiefe einige Minuten dauert, erfordert, bei hundert oder zweihundert Meter Tiefe, ganze Stunden.

Ungewisse Fälle.

Kann man durch die Bohrarbeit bestimmen, ob die zu durchbohrende Gebirgsmasse ein Lager oder ein Stock ist?

Ist man bei wenigstens drei verschiedenen Bohrlöchern im Stande, das Fallen und daher auch das Streichen des angebohrten Lagers zu bestimmen *)?

Kann man bestimmen, ob die Lager, die man durchbohrt, regelmäßig sind, oder ob sie Gewirre und Umschlage zeigen?

Kann man aus der Besichtigung des Bohrschmandes, der das Ansehen eines thonigen Teiges und Bruch, Ansehn und Consistenz des Gesteins ganz verloren hat, das Hangende und Liegende folgern?

Kann man den Punkt, an welchem ein Bohrloch anzusetzen ist, untersuchen, wenn man sich nicht des von Herrn Baillet **) erfundenen Verificators bedienen kann? eines zwar sehr sinnreichen Instruments, das jedoch aber gewöhnlich keinen Theil der Nebenwerkzeuge des Bergbohrers ausmacht, indem es entweder zu kostspielig ist, oder man keine so geschickten Arbeiter besitzt, um es mit Vortheil gebrauchen zu können.

Diesen Einwürfen kann man Thatsachen entgegensetzen und sagen, daß man in England sehr gut mit dem Erdbohrer umzugehen weiß; daß es Leute giebt, die ein besonderes Gewerbe daraus machen, den Grund und Boden großer Eigenthümer nach Steinkohlen zu untersuchen; daß man in Frankreich und Deutschland auch mehrere glückliche Erfolge von Versuchsarbeiten der Art gehabt hat.

In

---

*) Siehe Lamé's Formel, welche dazu dient, das Streichen und Fallen eines Lagers zu bestimmen, das an drei verschiedenen Stellen mit dem Erdbohrer gefunden worden ist; Annales des Mines, Tom. IV, p. 81.

**) Abbildung und Beschreibung dieses Instruments im Journal des Mines, No. 56.

In jenem Lande bohrte man bei Vic im Meurthe-Departement auf Steinkohlen, und fand einen 80 Fuß mächtigen Steinsalzstock. Die Existenz der Salinen von Jaxtfeld und Wimpfen in Schwaben, von Dürrheim in Baden und von Buffleben bei Gotha verdankt man auch, wie schon bemerkt wurde, dem Bohren mit dem Erdbohrer, und ganz neuerlich wieder hat der Entdecker des Steinsalzes bei Buffleben, der unternehmende Hofrath Glenck (Stiefsohn von Langsdorff) zu Stutterheim unweit Erfurt, seine Bohrversuche auf Steinsalz durch einen glücklichen Erfolg gekrönt gesehen. Man kann ferner sagen, daß die bei der Inspektion der Pariser Steinbrüche attachirten Bohrarbeiter, so wie die in der ehemaligen Provinz Artois, vor allen eine bekannte Geschicklichkeit besitzen; allein ich antworte darauf, daß die Bohrarbeiter von Paris und Calais keinen andern Zweck haben, als Wasser aufzusuchen, und daß diese glückliche Anwendung der Bohrarbeit bei weitem nicht die Schwierigkeiten hat, als wenn man dadurch die Beschaffenheit der Gesteinschichten kennen lernen will, welche die feste Masse des kleinen, uns zugänglichen Theils der Erdrinde bilden.

Fälle, in welchen der Bergbohrer mit Erfolg angewendet werden kann.

Ehe wir zu den Versuchen auf Gewässer übergehen, müssen wir erst noch die Fälle nennen, in denen der Erdbohrer mit Vortheil angewendet werden kann.

1) In Gebirgen, die aus sehr regelmäßigen Lagern bestehen.

2) Um die Mächtigkeit eines Gebirges zu bestimmen, die eine weit ältere Formation bedeckt.

3) Um zu der Ueberzeugung zu gelangen,

a) ob ein Lager, welches man abbauet, und dessen Fallen man kennt, in einer gewissen Distanz sich wiederfindet und daselbst noch nachhaltig vorhanden ist;

b) ob sich unter Alluvial-Massen in einem Thalgrunde Torf findet;

c) ob sich ein in Abbau befindlicher Stock bis zu der oder der Distanz erstreckt;

d) ob ein gut charakterisirter Gang, der am Ausgehenden taub, in einer gewissen Teufe erzführend ist;

e) ob unter einem in Abbau stehenden Raseneisenstein-Lager nicht noch ein anderes vorhanden sei.

4) Endlich wendet man den Erdbohrer dann mit Vortheil an, wenn man Bauen, in denen schlechte Wetter vorhanden sind, Wetterzug verschaffen, oder wenn man alte ersoffene Baue, deren Lage man nicht genau kennt, untersuchen will, über welchen Gegenstand weiter unten bei der Wetterlehre und der Wasserhaltung, im vierten Hauptstück des Werks, näher geredet werden soll.

Von der Untersuchung auf Quellwasser mittelst des Bergbohrers, und von den artesischen oder Springbrunnen.

Obgleich ich kein großer Anhänger der Versuchsarbeiten mittelst des Bergbohrers bin, und ich selbige viel mehr hintenan stelle, da sie meines Erachtens diejenigen sind, die dem Zweck am wenigsten entsprechen, so denke ich doch in Beziehung auf die Aufsuchung von Quellwassern ganz anders, obgleich dabei auch große Schwierigkeiten zu überwinden sind. Wenigstens kann man hierbei nicht in Ungewißheit bleiben, da die Bohrarbeit bis jetzt das einzige Mittel ist, um die vielen unterirdischen Quellen auf die Erdoberfläche zu bringen, und die Felder und Wiesen da, wo alle übrigen Gewässer fehlen, zu bewässern.

Die erste Idee zu diesen Springbrunnen hatten Franzosen; in der Grafschaft Artois kam sie zuerst in Ausführung, und daher kommt auch der ihnen gewöhnlich beigelegte Name der artesischen Brunnen. Dem Bergingenieur Garnier verdanken wir die erste gute Abhand-

lung über die Kunst des Bohrens mit dem Bergbohrer, die den von der trefflichen Societé d'encouragement ausgesetzten Preis gewonnen hat. Aus diesem, weiter unten näher aufgeführten Werke werde ich hier das Wichtigste im Auszuge mittheilen, und dadurch einen hinreichenden Begriff von der neuen und wichtigen Kunst geben. Was die Einzelheiten der Untersuchung auf Springquellen betrifft, so muß ich auf das Werk selbst verweisen.

Man glaubte, und Garnier selbst hat in seiner Abhandlung diese Meinung aufgestellt, daß außer dem Kalkstein keine andere Felsart die Vortheile der Auffindung von Springquellen gewähre; allein die Erfahrung hat gezeigt, daß dieß ein Irrthum sei: denn, wie wir es bald sehen werden, man findet sie eben so gut in Ur- und Uebergangs-, als in Flötz-Gebirgen.

Verfahren bei der Aufsuchung der Springquellen.

Wenn man den Platz ausgewählt hat, an welchem man einen artesischen Brunnen zu haben wünscht, so macht man, um die Errichtung eines Gerüstes zu vermeiden, und um zugleich mit Leichtigkeit arbeiten zu können, eine ungefähr 18 Fuß tiefe pyramidale Grube, die nach unten zu enger wird, und die oben an jeder Seite 18 Fuß weit ist. Die vier Seiten der Grube sind mit Brettern bekleidet, welche durch mehrere Vierungen gestützt sind, die nach unten zu kleiner werden, so daß die unterste nur 8 Fuß weit ist. In die auf diese Weise ausgezimmerte und mit Trägern versehene Grube können die Arbeiter ohne irgend eine Gefahr des Nachschießens des Gebirges, selbst wenn es aus losem Sande besteht, hinabsteigen. Auf dem Boden bringt man nun den, mit einem Schneidbohrer versehenen, Bergbohrer in Anwendung, und giebt dem Bohrloch einen so großen Durchmesser, daß man mittelst einer Ramme eine Art viereckiger Röhren, von 1 Fuß innerer Weite, die aus dicken und gut zusammengefügten Brettern

bestehen, hineintreiben kann. Man nennt diese Röhren Kasten (coffres), ein Kunstausdruck, — und da außerordentlich viel daran liegt, daß man sie genau in senkrechter Richtung hineintreibe, so werden sie durch zwei sehr sorgfältig vorgerichtete Gerüste so lange geleitet, bis sie weit genug in das Bohrloch eingedrungen sind.

Wenn dieser erste Kasten, welcher am untern Ende mit einem sehr scharfen stählernen Schuh versehen ist, einige Fuß in das Bohrloch eingetrieben ist, so setzt man auf sein ebenes Ende einen zweiten. Man fährt darauf mit dem Bohrer zu arbeiten fort, um unten Raum zu machen, und treibt den Kasten durch den losen Sand weiter, bis man einen Punkt erreicht, an welchem der Fall der Ramme ihn nicht weiter zu treiben vermag, welches gewöhnlich 25 bis 30 Fuß unter der Sohle der Grube statt findet. Da aber der erste Kasten solche Dimensionen hat, daß man bis vier andere in ihn hineinstecken muß, so steckt man einen zweiten hinein, der um die Brettdicken, nebst dem gehörigen Spielraum, kleiner ist.

Das Verfahren, sowohl mit dem Bohrer als auch mit der Ramme, ist dasselbe, und man gelangt auf diese Weise durch den beweglichsten und lockersten Boden, ohne daß sein Druck, und gewissermaßen sein Schwimmen, der Fortsetzung der Arbeit das geringste Hinderniß entgegensetzen.

Ist man bis zu den Thonschichten gelangt, so verfährt man mit dem Schneidbohrer eben so, wie weiter oben bemerkt wurde, nur mit dem Unterschiede, daß man das Bohrloch im Allgemeinen weiter macht, $7\frac{1}{2}$ Zoll und mehr, weil man runde Röhren hineinbringen muß, die man Lutten (buses) nennt, und die den innern Raum des Springbrunnens bilden müssen. Diese Lutten sind sorgfältig ausgebohrte hölzerne Röhren von 10 Fuß Länge, 7 Zoll äußerm und 3 Zoll innerm Durchmesser, und folglich von 2 Zoll Holzstärke. Sie werden wie Pumpen- oder Wasser-

leitungsröhren an einander gesetzt. Die Röhren müssen durch den Thon gehen, der nur untrinkbares Wasser enthält, und auch etwas in den Kalkstein reichen, damit das trinkbare Wasser, welches diese Felsart enthält, sich nicht mit dem des Thons, welches schwefelwasserstoffgashaltig ist, und nicht einmal zum Wässern der Wiesen und zum Begießen der Gartengewächse taugt, vermische. Man fährt mit der Bohrarbeit durch die Kalksteinmassen so lange fort, bis man eine Wassermenge getroffen hat, die stark genug ist, daß sie von dem Grunde des Bohrlochs bis auf die Oberfläche in die Höhe steigt, und selbst noch mehrere Fuß darüber hinaus springt.

Alles das Vorhergehende bezieht sich auf die Aufsuchung des Quellwassers in dem Kreidegebirge der alten Provinz Artois, welche als besondere Schwierigkeit das Durchörtern des losen Sandes, das Einsenken der Kasten und Lutten, so wie die Isolirung der guten Wasser von den schlechten zeigt. In dem Werke von Garnier findet man die Abbildung und die Beschreibung der Einzelheiten der Arbeiten, die sehr vielartig sind, jedoch wesentlich zum Gelingen der Einrichtung dieser trefflichen Brunnen beitragen.

Beispiele von artesischen Brunnen, die mit Erfolg in verschiedenen Gebirgsarten vorgerichtet worden sind.

Es bleibt uns nun noch übrig, die Beispiele aufzuführen, welche darthun, daß, wenn man Gebirgsschichten durchbohrt, die ganz verschieden von denen der Umgegend von Paris und im Departement Pas-de-Calais, wo die artesischen Brunnen zuerst gemacht wurden, sind, man ebenfalls die vom Grunde in die Höhe steigenden Quellen auf die Oberfläche führen kann.

Im Recueil industriel des Herrn von Moléon (Bd. IV. S. 335.) finde ich einen trefflichen anonymen

Aufsatz über diesen Gegenstand, aus welchem ich hier einige Stellen entlehne.

Obgleich in Frankreich die ersten artesischen Brunnen vorgerichtet wurden, so sind sie doch nicht sehr zahlreich in diesem Lande, während sie in England und in den Vereinigten Staaten, in welchem letztern Lande man sie erst seit 1824 kennt, in großer Anzahl vorhanden sind, selbst als öffentliche Brunnen, zum Wässern der Wiesen und in Gewerbsanstalten.

In England werden sie nicht von der vornehmern Klasse, sondern von den geringern Bürgern, von den Handwerkern, Bauern, so wie von den Gemeinden der kleinsten Dörfer, angelegt.

Mehr als die Hälfte dieser Quellen springen mehr oder minder hoch; allein die dieß nicht thun, sind nicht weniger nützlich, denn die wirksamste Pumpe kann sie nicht erschöpfen, und ihr Wasser ist ganz vorzüglich.

Die Temperatur dieses Wassers steigt mit der Tiefe, in welcher die Quelle gefunden worden, und beträgt ungefähr 10 bis 16° C.

Die amerikanischen Gelehrten sind jetzt über folgende Thatsachen einig, welche die Erfahrung überall in England dargethan hat, nämlich: daß man überall artesische Brunnen anlegen könne, das Niveau des Terrains sei, welches es wolle. Jedoch haben sie noch nicht allgemein den von Mehrern aufgestellten und durch eine Menge von Thatsachen bewiesenen Grundsatz angenommen: daß das aus den unterirdischen Quellen kommende Wasser, ohne irgend eine Einwirkung des Druckes der Schwere, über die Oberfläche emporspringen könne.

Der unbekannte Verfasser des obenerwähnten Aufsatzes ist der Meinung, daß die aus einer Tiefe von 4- bis 500 Fuß emporsteigenden Quellen, wovon in England Beispiele vorkommen, nicht durch Infiltrationen von oben her, wo-

durch die Brunnen und Quellen gespeis't werden, entstehen, sondern daß diese wunderbaren und unerschöpflichen Strahlen durch große unterirdische Wasseradern, auf welche große Luftreservoire, welche die Erde in ihrem Innern verbirgt, einwirken, emporgetrieben werden. Zur Unterstützung dieser Meinung führt er einen mit Wasserstoffgas angefüllten Behälter an, der mit dem Bohrer angetroffen ist, und durch dessen Oeffnung der Strahl der Fontaine um 4 Fuß fiel (zu Albany in der Brauerei von Boyd und Cullock).

Die Tabellen, welche den trefflichen Aufsatz begleiten, und die sich auf die in den vereinigten Staaten Amerika's, so wie in verschiedenen Gegenden Englands gefundenen unterirdischen Quellen beziehen, beweisen:

1) daß man dieselben sowohl in den ältern, als auch in den secundären Gebirgen findet, indem sechs im Granit vorkommende angeführt werden;

2) daß oft den Quellen Thon voraufgeht, daß dieß jedoch auch kein wesentlicher Umstand ist, weil bei 23 Beispielen in den Vereinigten Staaten blos bei zwölfen Thon durchbohrt wurde, ehe man das Wasser fand;

3) daß man die Springquellen eben sowohl in ebenen als in gebirgigen Gegenden antrifft;

4) daß man sie überall in einer geringern Tiefe als 500 Fuß gefunden hat. Bei den 23 Beispielen aus den Vereinigten Staaten ist ein einziger von den Brunnen 450 Fuß tief, zwei übersteigen die Tiefe von 350′, zwei nähern sich der von 300′, einer ist 210′ tief, zwei sind tiefer als 150′, einer ist 104′ tief, zwei nähern sich der Tiefe von 100′, und in allen übrigen ist das Wasser gefunden worden, ehe man diese Tiefe erbohrte.

5) Daß man die Höhe der Strahlen bis zu einem gewissen Punkt verändern und vermehren kann, indem man eine Röhre hineinsteckt, wodurch sie zusammengedrückt und unterstützt werden ꝛc.

In England sind springende artesische Brunnen sehr

gewöhnlich; bei 180 angeführten Beispielen sind 95, die sich zu einer Höhe von 4 bis 42 Fuß erheben, und die in der Minute im Durchschnitt 200 bis 250 Pinten oder Maaß Wasser liefern. Diejenigen, welche nicht in die Höhe springen, sind nicht minder gut und nicht minder unerschöpflich als die übrigen, und der tiefste Wasserstand unter diesen ist nicht mehr als 18 Fuß von der Oberfläche entfernt.

In London giebt es keinen springenden artesischen Brunnen, während dieß in den Grafschaften Essex, Cambridge, Stratford und Surrey überall der Fall ist.

Zu Hammersmith in Northamptonshire hatte ein gewisser Herr Brook in seinem Garten ein ungefähr $4\frac{1}{2}$ Zoll weites Bohrloch 360 Fuß tief niedergebracht, als das Wasser auf einmal mit solcher Heftigkeit emporstieg, daß in einer Zeit von wenigen Stunden alle Umgebungen, und die Keller in einem Umkreise von 50 Toisen, überschwemmt wurden, und daß man fürchtete, das Fundament der Häuser würde unterwaschen werden und dieselben würden einsinken. Zwei oder drei Menschen versuchten es, hölzerne und eiserne Zapfen in das Loch zu treiben, allein diese wurden zurückgeworfen, und die Arbeiter sich zu entfernen genöthigt. Es gelang nicht eher, das Volum des Wasserstrahls zu vermindern, als bis man eine Reihe von immer enger werdenden Röhren in das Bohrloch getrieben hatte *).

Der Verfasser beschließt seine Abhandlung, indem er

---

*) Noch ganz neuerlich hat der Vicomte Héricart de Thury die Resultate der Bohrversuche zu Epinay unweit Paris mitgetheilt. Man hat dadurch in einer Tiefe von 201 Fuß eine Quelle gefunden und auf die Oberfläche geführt, die in 24 Stunden 36,000 Liter (1052 rheinl. Kubikfuß) liefert. Eine sehr merkwürdige Thatsache ist die, daß man mehrere solcher Brunnen neben einander anbringen kann, ohne daß die Wassermenge in dem erstern merklich abnimmt.

dem Publikum anzeigt, daß er den Bergbohrer dahin vervollkommnet habe, daß man ihn nicht eher aus dem Loche zu nehmen brauche, sei dieß auch noch so tief, bis daß man den Zweck erreicht habe, indem alle die durch das Bohren gewonnenen Materien durch ein rasches, einfaches, wenig kostbares und nur die Kraft einer Frau erforderndes Mittel zu Tage gefördert werden könnten. Auf diese Weise, sagt er, verschwinden die so ungeheuren Kosten der Bohrarbeit, die fast immer die Veranlassung sind, daß man eine Unternehmung in einer gewissen Tiefe aufgeben muß.

Wenn sich der Verfasser nicht täuscht, so hat er einen so bedeutenden Nutzen gestiftet, daß es schwer ist, die Folgen zu berechnen, sowohl bei den Versuchen auf Quellen, als auch auf Erze, Kohlen und Steinsalz.

Ungefähre Kosten.

Die Kosten, welche ein artesischer Brunnen veranlaßt, hängen von der Tiefe ab, in welcher man das Wasser aufsuchen muß, so wie auch von der Beschaffenheit der Felsarten, die man zu durchbohren genöthigt ist. Die Bohrarbeit zu Neu-Braunschweig, wobei das Wasser erst in 399 Fuß Tiefe gefunden wurde, hat 400 Dollars (etwa 550 Thaler Preuß.) gekostet.

Aus Artois führt der Bergingenieur Garnier folgende Beispiele an:

Die Fontaine der Stadt Arbres, die 145 Fuß tief ist, hat 1600 Fr. (400 Rthlr.) gekostet.

Wenn man genöthigt ist, 160 bis 200 Fuß tief durch losen Sand zu bohren, und durch seine ganze Mächtigkeit Kasten zu treiben, so können sich die Kosten auf 10,000 Fr. (2500 Rthlr.) belaufen.

Wenn man 120 bis 130 Fuß tief bohren muß, und nur einen einzigen Kasten nöthig hat, so können die Ko-

sten eines artesischen Brunnens 500 Fr. (125 Rthlr.) nicht übersteigen.

Findet man endlich in einem leicht zu durchbohrenden Gebirge Quellwasser in einer Tiefe von ungefähr 80 Fuß, so sind vier Arbeiter im Stande, die Arbeit, welche die Vorrichtung eines Brunnens erfordert, in vier bis sechs Tagen auszuführen, und der Kostenaufwand möchte dann nicht mehr als 200 Fr. (50 Rthlr.) betragen.

Man ersieht aus dem Obigen, wie weit vortheilhafter die Bohrarbeit zu den Versuchsarbeiten auf Wasser, als zu denen auf Erze und Kohlen ist; allein wenn man tüchtige Bohrarbeiter zu bilden sucht, wie es der Vicomte Héricart de Thury für den Bergwerksbezirk von Paris gethan hat, wenn man die Manipulation mit dem Bergbohrer dahin zu vervollkommnen und zu vereinfachen sucht, daß sie durch einen Wellbaum mit Kämmen und durch Pferde ausgeführt wird, so ist es auch eben so gewiß, daß diese Art der Versuchsarbeit eben so gut und eben so fördernd als die übrigen werden wird.

Wenn es wahr ist, daß sich Herr Baillet, Professor der Bergbaukunde zu Paris, mit einem vollständigen Werke über das Bohren mit dem Bergbohrer beschäftigt, so wird durch dessen Herausgabe sowohl das Instrument, als auch die Art, sich seiner zu bedienen, vervollkommnet werden können: denn man hat Ursache, viel von einem Manne zu erwarten, dem der französische Bergbau durch seine, in seinen Vorträgen und Schriften dargelegten, sowohl theoretischen als praktischen Kenntnisse so sehr viel verdankt.

Ich wiederhole jetzt nochmals meine schon geäußerte Meinung, daß nach dem jetzigen Zustande der Kunst des Bohrens mit dem Bergbohrer dieses Mittel, um Versuche auf Erze und Kohlen anzustellen, nur in gewissen Fällen anwendbar, daß sie in vielen andern unvollkommen und

nicht immer wohlfeiler ist, als die Versuchsarbeit mittelst Stollen und Schächte. Ganz anders ist es dagegen, wie auch bereits bemerkt wurde, in Beziehung auf die Aufsuchung der Wasser.

Zum weitern Studium der Arbeiten mit dem Bergbohrer sind folgende Werke zu empfehlen:

v. Gries's Beschreibung des Berg- und Erdbohrers. Wien 1770.

Journal des Mines. Vol. 31.

H. de Villefosse, Mineralreichthum, bearbeitet von Hartmann. Bd. II. S. 114 ꝛc.

v. Langsdorff's neue leichtfaßliche Anleitung zur Salzwerkskunde. Heidelberg 1824. §. 164 ꝛc.

Garnier, de l'art du Fontainier sondeur et des puits artésiens. Paris 1822. 2. édit. 1826. — Deutsch von Waldauf von Waldenstein. Wien 1823, und von Blumhoff. Frankfurt 1824.

Selbmann, vom Erd- oder Bergbohrer und dessen Gebrauch bei dem Bergbaue und in der Landwirthschaft. Leipzig 1823.

Blume, über mineralogisch-ökonomische Untersuchungen auf und in der Erde. Leipzig 1829.

Brewster's Edinburgh Encyclopaedia. Vol. XIV. Art. Mine, p. 327. und Taf. CCCXC. Der in diesem, von dem bekannten Berg-Ingenieur Bald zu Edinburg bearbeiteten, trefflichen Artikel beschriebene Bergbohrer ist der in England angewendete.

Héricart de Thury, Considerations géologiques et physiques sur la cause du jailissement des eaux, des puits forés ou fontaines artificielles. Paris 1829.

Heyn, über das Niederstoßen weiter Bohrlöcher; Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. Bd. VIII. S. 91 ꝛc.

Ueber die artesischen Brunnen. Poggendorff's Annalen Bd. XVI. S. 592.

Hülsse, Mittheilung einiger Erfahrungen bei der Niederbringung eines Bohrlochs im Hauptschacht zu Kätschau. Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. Band I. S. 400 *).

---

*) Die beiden letzten vortrefflichen Aufsätze konnte ich nicht benutzen, da bei deren Empfang die vorhergehenden Manuscriptbogen schon zum Druck nach Berlin abgesendet worden waren. Noch finde die Zeitungsnachricht hier eine Stelle, daß man in Paris vor kurzer Zeit einen artesischen Brunnen gegraben hat, dessen Wasser (wahrscheinlich in Röhren) 78 Fuß hoch stieg. H.

Zweites Hauptstück.

Der eigentliche Grubenbetrieb.

Erster Abschnitt.

Von dem bergmännischen Gezähe und dem Geleucht *).

Ehe wir zur Beschreibung der Mittel übergehen, welche man zur Gewinnung der Gesteine und Erze, die den Gegenstand der Bergwerke, Gräbereien und Steinbrüche ausmachen, anwendet, ist es unerläßlich, die Reihe von Gezähen oder Werkzeugen und Vorrichtungen kennen zu lernen, die man zu den verschiedenen Häuerarbeiten, zum Loshauen und Losschlagen der Massen, zum Sprengen mittelst Pulver, zur Erleuchtung und zum Hinabsteigen in die Gruben gebraucht, denn bei der Beschreibung der verschiedenen Arten von Abbauen müssen wir stets ihrer erwähnen.

Ich bringe diese Gezähe des Bergmannes in folgende drei Abtheilungen:

1. Abtheilung. Die Keilhauen, die Fimmel, die Schlägel, die Brechstangen, die Schaufeln und Kratzen.

---

*) Die bergmännischen Gezähe sind an verschiedenen Orten sehr verschieden, und es kann hier nur im Allgemeinen von diesem Gegenstande die Rede sein, obschon solcher von höchster Wichtigkeit und bekanntlich noch sehr wenig bearbeitet ist. H.

2. Abtheilung. Die Fäustel, die Spitzbohrer, die Bergeisen, die Bohrer, die Krätzer, die Räumnadeln und die Stampfen.

3. Abtheilung. Die Lampen, die Leuchter, die Laternen und die Feuerzeuge.

Die Gezähe der ersten Abtheilung beziehen sich auf die Lostrennung der Gesteine;

die der zweiten auf die Sprengarbeit;

die der dritten auf die Erleuchtung der unterirdischen Räume.

Die Ladung besteht aus dem Pulver, den Schießröhrchen, welche Feuer an dasselbe bringen, und aus der Patrone, welche beides umschließt.

Erste Abtheilung.

Gezähe, welche zur Lostrennung des Gesteins dienen.

Die Keilhauen.

Es giebt mehrere Arten von Keilhauen, die hinsichtlich ihrer Stärke, Länge und Gestalt, und nach ihrer verschiedenen Anwendung verschieden sind. Im Allgemeinen unterscheidet man drei Arten von Keilhauen: die Gesteins-, die Schram- und die Kerb- oder Schlitz-Keilhaue. Die einen sind stark und kurz (Taf. IV. Fig. 4.), ihre Spitze ist stumpf, und sie werden mehr in den Steinbrüchen als in den Gruben angewendet. Sie müssen ein breites und starkes Oehr haben, damit man ihnen einen starken Helm geben könne, welchen man als Hebel anzuwenden im Stande ist, wenn es darauf ankommt, einen eingezwängten Gesteinblock aufzuheben und loszumachen. An manchen Orten ist das Oehr mit einem sehr starken Nacken versehen (Fig. 6.), welcher den Helm sehr schont, indem er auf eine größere Länge unterstützt wird, wenn man die Keilhaue als Hebel anwendet. Die Keilhauen der Koh-

len-Bergleute im Aveyron-Departement haben diesen Anhang und auch einen sehr langen Helm; sie dienen zum Lostrennen der Steinkohlen. Zuweilen findet man auch Keilhauen, deren Oehr nach außen zu weiter wird, so daß man den Helm mit dem kurzen Ende einstecken kann, wodurch die Keile überflüssig werden, welches mir immer sehr zweckmäßig geschienen hat. Auf diese Weise behelmen die Wallarbeiter ihre Doppelhacken.

Sehr zweckmäßig ist der Bart (Haken oder Fuß) an den Keilhauen, nämlich eine nach dem Helme zu gehende Verlängerung des untern Theils des Oehrs, indem er zur gehörigen Befestigung des Helms sehr viel beiträgt, und denselben in einer rechtwinkligen Richtung gegen den Helm erhält. Aus denselben Gründen ist es auch sehr zweckmäßig, wenn die Rückenplatte oder der Nacken der Keilhaue etwas weit an dem Helm heruntergeht.

Die kleinen Keilhauen, oder Schram- und Schlitzhauen, Fig. 5., deren Spitzen sehr stark gehärtet und sehr dünn seyn müssen, dienen hauptsächlich zur Gewinnung der Kohlen, oder vielmehr zur Führung der Schlitze und Schrame, die man links und rechts von den Kohlenpfeilern und an der Sohle macht, und wodurch es möglich wird, viel grobe Kohlen loszutrennen, ohne daß viel kleine Kohlen oder Kohlenstaub entsteht.

Diese Schramhauen sind zuweilen breit und behelmt wie die Hacken, so daß man in dem Schram hacken kann und ihn nur einige Linien breit zu machen braucht. Man findet dieß Gezäh besonders in den Steinkohlengruben von St. Etienne.

Die Keilhaue mit breiter Spitze, oder vielmehr mit einer Schärfe, gewöhnlich Lettenhaue genannt, ist ganz vortrefflich, um die dünne Lettenschicht wegzunehmen, welche gewöhnlich unmittelbar über der Steinkohle vorkommt, welche Arbeit auch das Verschrämen der Kohlen genannt wird. Die Spitzhaue macht wohl eine Oeffnung, allein

sie hebt nichts weg, während die Keilhaue mit einer Schärfe in den fettesten Thon einschneidet und ihn wegnimmt. Man gebraucht die Lettenhaue z. B. auch in den Eisensteingruben von Bendorff bei Coblenz, und die gewöhnliche Gesteinskeilhaue wird auch viel bei dem Gangbergbau zu Poullaouen in Bretagne angewendet.

Das Gezäh der Steinbruchsarbeiter, die mit Abschlitzungen arbeiten, ist eine Art platter Keilhaue mit zwei Spitzen, deren sie sich zur Führung der Einschnitte bedienen, welche die Keile aufnimmt, und da das Werkzeug auf der dem Helm entgegengesetzten Seite zugeschärft ist, so wird das Pulver, das sie verursachen, vorwärts getrieben und die Abschlitzung vollkommen rein erhalten. (Fig. 3. Taf. III.)

Ueber die zweckmäßige Construction der Keilhauen lassen sich folgende allgemeine Bemerkungen machen. Alle Arten müssen so angefertigt werden, daß die innere Seite des Blatts vollkommen gerade ist. Besonders ist dieß bei den Schram- und Kerbhauen nöthig. Nur die obere Seite des Blattes erhält eine flache, nach der Spitze hin zunehmende Biegung, durch welche die Gestalt der Spitze namentlich bestimmt wird. Die Keilhaue soll, wie schon ihr Name angiebt, als Keil wirken; sie soll z. B. kleine Kohlenbröckel aus dem Schram lossprengen, nicht aber Mehl und Staub liefern. Hierzu ist es nun wesentlich nothwendig, daß die vier Kanten der Spitze gehörig scharf und rechtwinklig ausgearbeitet werden.

Gewöhnlich werden die Keilhauen so angefertigt, daß sie da, wo das Blatt an dem Oehr ansitzt, einen Absatz haben, weil auf diese Art die Anfertigung am leichtesten ist. Bei der Gesteinhaue kommt darauf wenig an, es ist sogar nicht ganz unzweckmäßig, weil man alsdann die Oeffnung des Oehrs so groß machen kann, daß ein gehörig dauerhafter Helm in demselben Raum findet. Bei der Kerb- und Schramhaue dagegen ist es zweckmäßiger, diesen

sen Absatz möglichst zu vermeiden. Schramhauen ohne Absatz haben den wesentlichen Vorzug, daß sie glatt auf der Sohle des Schrams aufliegen, und daß man daher mit ihnen einen tiefen und doch verhältnißmäßig niedrigen Schram viel leichter zu Stande bringt.

Das Oehr der Keilhaue muß nach vorn zu ganz schmal zusammenlaufen, weil diese sonst in den Händen widerprellt; es muß auch vollkommen rechtwinklig stehen, so daß der Helm ebenfalls vollkommen rechtwinklig, auf der Keilhaue stehend, befestigt werden könne. Bei den Gesteinkeilhauen muß das Oehr weiter als bei den Schramhauen sein.

Die Länge der verschiedenen Arten von Keilhauen beträgt 10 bis 14 Zoll, die Schwere $1\frac{3}{4}$ bis 4 und selbst 5 Pfund. — Der Helm, zu dem man eine zähe und feste Holzart, am liebsten Büchenholz, nimmt; ist gerade, und gewöhnlich 24 bis 36 Zoll lang; den Schramhauen giebt man die längsten und leichtesten Helme. Im Querschnitt ist er ovalrund, und oben auf der vordern Seite wird er durch einen Kropf verstärkt.

Die Keile (Fimmel, Wölfe).

Die Keile oder Fimmel, welche man in den Steinbrüchen gebraucht, sind gewöhnlich breit, wie die zum Holzspalten angewendeten. Man hat sie von allen Größen; allein wenn man mit einer Abschlitzung arbeitet, so ist es gebräuchlich, auf beiden Seiten ein kleines Stückchen Blech, die sogenannten Federn, anzulegen, so daß der Fimmel zwischen denselben gleitet und seine Stelle nicht weiter macht.

Die Arbeiter in den Mühlsteinbrüchen gebrauchen sehr kleine Fimmel, von denen sie eine große Menge neben einander einsetzen, und von dem ersten bis zum letzten darauf schlagen.

Dasselbe findet in den Marmorbrüchen statt, wo man große, untadelhafte Blöcke zu erhalten sucht. So scheint es, daß die Egyptier und Römer dieselben Mittel angewendet haben, jedoch mit einer sehr großen Geschicklichkeit; denn die aus einem Stück Granit bestehenden Obelisken und Säulenschäfte sind Zeugen von der Sorgfalt, die sie darauf verwendeten, um solche große Stücke zu erhalten, und von dem Werthe, den sie darauf legten. Die Spuren von ihren Gewinnungsarbeiten beweisen, daß es Fimmel waren, mit denen sie sich diese einzigen Denkmäler, die noch heute unsere Bewunderung erregen, verschafften.

Die Fimmel der Bergleute, deren man sich zum Einkeilen und Lossprengen des durch den Schuß erschütterten und gehobenen Gesteins bedient, sind spitz und pyramidenförmig, ihr Kopf oder ihre Bahn ist aber nicht flach, sondern abgerundet. (Fig. 8. Taf. IV.) Dadurch verhütet man das Zerquetschen der Ränder von der Bahn durch die Schläge der Treibefäustel oder Schlägel, man verhütet, daß sie einen Bart erhalten.

Die Fimmel der Steinkohlenbergleute sind quadratische Eisenstäbe, 15 bis 18 Linien stark, mit einer verstahlten Spitze. Man macht sie gewöhnlich 8 bis 10 Zoll lang, und dennoch ist es oft nöthig, mehrere Fimmel neben einander einzutreiben, um die unterschrämten und dadurch flüchtig gewordenen Kohlenwände niederzubringen.

Die Größe und Schwere der Fimmel ist im Allgemeinen sehr verschieden, gewöhnlich bedient man sich zweierlei Arten.

Zur Lostreibung der Mühlstein- und auch der Marmorblöcke bediente man sich hölzerner Keile, die jedoch jetzt wohl gänzlich außer Gebrauch gekommen sind. Die Manipulation bestand darin, die vorher in einem Ofen getrockneten Keile mit aller Kraft in die Abschlitzung zu treiben, und sie darauf stark anzufeuchten, damit sie aufquollen, an Volum zunahmen, und ihre vereinigten Kräfte

fähig waren, einen Riß und die Trennung des Blockes von der Gebirgsmasse herbeizuführen.

Man wendet die hölzernen Keile auch in den Steinsalzbergwerken an. Man treibt sie in die natürlichen Spalten, die Feuchtigkeit veranlaßt das Aufquellen der Keile, und die Steinsalzblöcke reißen von einander; da aber durch den unvorhergesehenen Sturz Unglücksfälle entstehen können, so gebrauchen die Bergleute die Vorsicht, in dieselbe Spalte, in welche sie die Keile getrieben haben, ein gerades Stück Holz zu legen, und sobald die Keile wirken und die Blöcke zu reißen anfangen, fällt das Stück Holz in die Spalte und benachrichtigt die Bergleute, sich zu entfernen. Der Sturz der Steinsalzblöcke folgt wirklich immer der Verrückung der Holzlatte.

In den Marmorbrüchen gebraucht man auch zuweilen die Säge; allein man muß, ehe man sie in das Gestell bringt, den Platz so eingerichtet haben, daß das Werkzeug ganz freien Spielraum hat. Die Circular- oder Kreissägen, die, wie ich glaube, noch nie zum Marmorschneiden angewendet worden sind, erfordern weniger Platz, und könnten die Masse des Schuttes sehr vermindern und zugleich das werthvolle Material schonen. Die Anwendung großer Steinbohrer zur Herausziehung von Cylindern oder Säulenschäften ist nicht unthunlich, und man könnte sie leicht durch, mittelst Pferden bediente, Maschinen in Bewegung setzen.

Die Treibefäustel (Taf. IV. Fig. 9 und 10.).

Man bedient sich dieser großen Fäustel von verstahltem Eisen, oder blos von Eisen, die nach dem Gebrauch und an verschiedenen Orten eine verschiedene Gestalt haben, beim Niederbringen der unterschrämten Kohlenwände mittelst des Fimmels; bei der Gesteinarbeit auf der Straße, um ein mit der Handfäustel bereits angetriebenes Eisen noch tiefer einzutreiben; zur Zersetzung solcher Wände, die

wegen ihrer Größe nicht gut in die Fördergefäße zu bringen sind, zum Zerschlagen der Steine in Steinbrüchen, so wie insbesondere bei der Grubenzimmerung ꝛc. — Das Gewicht dieser Fäustel beträgt gewöhnlich 8 bis 10 Pfund, jedoch sind sie auch häufig schwerer, und erreichen selbst ein Gewicht von 20 Pfunden.

Die Hauptmasse der Fäustel muß im Mittel um das Auge liegen, in welchem der Helm befestigt ist. Hier beträgt der Querschnitt desselben $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll im Quadrat. Die Länge der Fäustel beträgt $7\frac{1}{2}$ bis 8 Zoll, und es ist etwas gekrümmt. Nach den Bahnen verschwächt sie sich gleichmäßig auf beiden Seiten, so daß diese selbst rechteckig, nämlich ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll breit und $1\frac{3}{4}$ Zoll hoch sind. Die Bahnen sind oft noch mehr rechteckig, oder ganz quadratisch, oder auch bedeutend größer; jenes ist die zweckmäßigste Größe und Form. Das Auge ist gewöhnlich $1\frac{3}{4}$ bis 2″ lang und $\frac{3}{4}$ bis 1″ breit, und befindet sich im Schwerpunkte der Fäustel. Der Helm ist 18 bis 24 Zoll lang. Die Fäustel, die man zum Zerschlagen des zu brennenden Kalksteins oder der Chausseesteine anwendet (Fig. 9.), haben einen sehr langen und etwas biegsamen Helm.

Die Brechstangen.

Der Heber oder die Brechstange (Taf. IV. Fig. 1.) wird zum Aufwuchten von Bergwänden oder großen Kohlenwänden gebraucht. Auch ist sie besonders dann sehr vortheilhaft anzuwenden, wenn die Unterbank (der untere Kohlenzacken) eines Flötzes fest und stückreich ist und sich gut vom Liegenden ablös't. Man spart durch Anwendung der Brechstange eine Menge von Keilhauenhelmen, indem diese zerbrechen, wenn man sie als jene benutzt.

Das Brecheisen ist eine etwa 36″ lange, gewöhnlich achteckige Stange, von $1\frac{1}{4}$″ Durchmesser, 15 bis 18 Pfd. schwer; sie endigt sich in eine etwas auswärts gebogene

Schärfe. Statt dieser endigt sie sich auch wohl in einen sogenannten Ziegenfuß, zwei Zacken, von denen der eine scharf und der andere spitz und etwas nach innen gebogen ist.

Bisweilen bedient man sich auch einer größern Brechstange, von 45 Zoll Länge, $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und 25 bis 30 Pfund Gewicht, die auch wohl, wie es die Fig. 1. angiebt, einen Absatz hat; ja man gebraucht hin und wieder solche von 50 bis 60 Pfund Schwere.

Der sogenannte Schramspieß wird auf Kohlenflötzen, die von festen Bergmitteln durchsetzt werden, zur Nachreißung derselben angewendet. Er ist eine 30 bis 36″ lange, 1″ im Quadrat dicke eiserne Stange. Ihr unteres Ende endigt sich in eine $1\frac{1}{2}$″ dicke, 12 bis 18″ lange, vierkantige, pyramidale Spitze. Das Gewicht dieses Gezähes beträgt 10 bis 13 Pfund. — Es vertritt die Stelle der Brechstange und des Fimmels; bei sehr festen Bergmitteln leistet es oft gute Dienste, ist aber im Allgemeinen nur sehr wenig im Gebrauch.

Schaufeln und Kratzen.

Die Schaufel des Bergmanns ist ganz dieselbe, wie die der Steinbruchs- und Wallarbeiter; sie besteht aus Eisen, oder auch aus Holz, und ist entweder viereckig, oder abgerundet, oder zugeschärft, welches nach dem Gebrauch und den verschiedenen Ländern verschieden ist. Jedoch muß sie immer einen am untern Ende, da, wo er in die Tülle geht, etwas gebogenen Stiel haben, damit sich der Arbeiter nicht so zu bücken braucht, wie er thun müßte, wenn der Stiel in gerader Linie daran säße, wie bei den Spaten. Besser ist es freilich, wenn, wie dieß bei den eisernen Schaufeln gewöhnlich der Fall, diese selbst gekrümmt ist. Es giebt auch Schaufeln, die durch die Tülle und durch das Blatt durch gehen, und diese Vorsicht ist

um so nützlicher, da die Schaufeln fast immer in der Mitte zerbrechen.

Man muß darauf achten, daß die Tülle nicht aufgerissen sei, und daß die Schaufel bis in die Mitte ihrer Länge eine gewisse Stärke besitze.

Die Kratze gebraucht man zu der häufig vorkommenden Arbeit des Wegfüllens, zum Zusammenziehen ꝛc. Man wird immer sehr wohl thun, die Kratze so an dem Helm zu befestigen, daß sie mit demselben einen etwas spitzen Winkel macht, weil hierdurch die Arbeit erleichtert wird.

Zweite Abtheilung.

Gezähe, welche bei der Sprengarbeit benutzt werden.

Die Handfäustel.

Man bedient sich der Handfäustel (Fig. 18 n und n′ Taf. III, und Fig. 20. Taf. IV.) bei allen Arbeiten mit Schlägel und Eisen, so wie namentlich bei der Bohr- und Schießarbeit. Man bedarf einer leichten und einer schweren Handfäustel. Die schwere Handfäustel gebraucht man beim zweimännischen Bohren, bei allen Arbeiten auf der Straße, und überhaupt, wo nach unten geschlagen wird; die leichtere hingegen bei dem einmännischen Bohren, bei den Arbeiten in der Förste, und überhaupt da, wo von unten herauf geschlagen werden muß. Auch nach der Festigkeit des Gesteins richtet sich das Gewicht der Handfäustel; je größer dieselbe ist, desto größer muß auch ihr Gewicht sein.

Die Form der Handfäustel kommt im Wesentlichen mit der der Treibefäustel überein, nur sind alle Dimensionen etwas schlanker. Die leichtere Art ist reichlich $6\frac{1}{2}''$ lang, im Mittel $1\frac{5}{8}''$ breit und $1\frac{3}{4}''$ hoch. Nach den Bahnen zu verschwächt sie sich allmählig, so daß die Bah-

nen selbst nur noch $1\frac{1}{8}$ bis $1\frac{1}{4}$'' Quadrat sind. Es ist ebenfalls gebogen. Das Auge ist $1\frac{1}{2}$'' lang, $\frac{3}{4}$'' breit, und wird zweckmäßig so gearbeitet, daß es in der Mitte etwas breiter ist, welches wesentlich dazu beiträgt, daß die Fäustel nicht in der Hand prellt. Der Helm ist 10 bis 12 Zoll lang, oben vierkantig, unten aber, wo er angegriffen wird, ovalrund. Das Gewicht dieser leichtern Fäustel beträgt 4 bis 6 Pfund.

Die schwerern Handfäustel, die besonders beim zweimännischen Bohren in Anwendung kommen, haben ein Gewicht von 5 bis 8 Pfund, eine Länge von etwa 7 Zoll, und einen Querschnitt von etwa 2 Zoll Quadrat. Eine schlanke Form ist für die Handfäustel immer zweckmäßig; lange Fäustel erfordern indessen geschicktere Arbeiter, da sie schwieriger zu handhaben sind.

Fast immer bestehen die Fäustel aus Eisen, und sind auf beiden Bahnen verstahlt, die Köpfe der Bohrer aber nicht, jedoch giebt man hin und wieder dem Entgegengesetzten den Vorzug, und macht die Fäustel blos von Eisen und verstahlt auch die Bohrköpfe. Vielleicht ließen sich die Fäustel auch sehr vortheilhaft von geschmeidigem Roheisen gießen.

Die Spitzen (Pointes) *).

Die Spitzen (Taf. IV Fig. 16.) sind runde, ungefähr 1 Zoll starke und 8 bis 10 Zoll lange Stücken Eisen, mit einer verstahlten Spitze, und oft auch mit einem verstahlten Kopfe. Man gebraucht sie zur Aufbrüstung, oder zum Anfangen des Bohrlochs bei sehr hartem Gestein, oder zum Hauen der Bohrlöcher, welche dazu dienen, das Ende von Stempeln ꝛc. aufzunehmen. Man macht die Spitzen gewöhnlich von zu kurz gewordenen Bohrern. In

*) Meines Wissens wird dieß Gezäh in Deutschland gar nicht angewendet. H.

Deutschland kennt man dieß Werkzeug fast gar nicht, in Frankreich gebraucht man es dagegen mehr als die Gesteineisen.

Die Gesteineisen.

Die Gestein- oder Bergeisen (Fig. 18 m. Taf. III. und Fig. 19. Taf. IV.) werden bei der Arbeit auf dem Gestein mit Schlägel und Eisen *) gebraucht, wovon sie auch den Namen haben; dann auch bei der Schießarbeit auf dem Gestein zum Aufbrüsten des anzusetzenden Bohrlochs, zum Hauen der Bohrlöcher, zur Zuführung der Seitenstrosse und Förste ꝛc.

Ein solches Bergeisen ist etwa 7″ lang, und im Mittel um das Auge am stärksten, ungefähr 1″ Quadrat. Nach unten läuft es von hier in eine verstahlte, starke, vierkantige, pyramidale Spitze zu, nach oben in eine vierkantige verstahlte Bahn von etwa $\frac{3}{4}$″ Quadrat. Das Auge wird der Spitze näher geschlagen als der Bahn, weil oben mehr Verschleuß ist, indem sich hier während des Gebrauchs häufig ein Bart bildet. Das Gewicht beträgt ungefähr 2 Pfund. Man befestigt das Eisen an einem 8 bis 10″ langen, runden Helm, doch so, daß es leicht von demselben abgenommen werden kann.

Da das Eisen auf den verschiedenartigsten Gesteinen gebraucht wird, so richtet sich auch hiernach die Construction seiner Spitze. Rechtwinklig vierkantig pflegt dieselbe zwar in der Regel immer zu sein, doch wird sie bald stumpfer bald schlanker gemacht, je nachdem das Gestein fest oder gebräch ist. Jeder Gesteinarbeiter hat in der Regel 6 bis 8 Stück Eisen bei sich, und muß die Beschaf-

---

*) Da Herr Brard keine Beschreibung der, freilich nicht häufig mehr angewendeten, Schlägel- und Eisenarbeit gegeben hat, so werde ich in dem folgenden Abschnitte in einer Anmerkung diese nothwendige Vervollständigung liefern. H.

fenheit des Gesteins beurtheilen können, um danach die Spitze des Eisens von dem Bergschmied stellen zu lassen.

Die Eisen pflegt der Bergmann gewöhnlich, auf ein Stück Bandeisen aufgereihet, bei sich zu führen, welches in Gestalt eines Hakens gebogen ist und ein Eisenrie-men genannt wird. (Fig. 18 o. Taf. III.)

Als ein Bergeisen von sehr großen Dimensionen muß der am Harze gebräuchliche Spitzhammer angesehen werden, der bei der Schramführung auf Gängen, bei der Zuführung von Strossen ꝛc. vorzügliche Dienste leistet.

Die Bohrer zur Schießarbeit.

Die Bohrer (Taf. III. Fig. 18 d, d′, e, Taf. IV. Fig. 12.) sind achteckige oder runde, eiserne, an dem untern, und auch zuweilen an dem obern Ende verstahlte Stangen, von sehr verschiedenartigem Durchmesser: die in den Gruben angewendeten sind oft nur 9 Linien, die in den Steinbrüchen gebrauchten bis 18‴ stark. Die Länge ist eben so verschieden. Die hauptsächlichste Verschiedenheit hängt von der Gestalt der Schneide, und diese wiederum von der verschiedenen Beschaffenheit des Gesteins ab. Die vorzüglichsten Arten von Bohrern sind folgende:

1. Meißelbohrer.

Die verschiedenen Arten von Meißelbohrern lassen sich alle unter folgende drei Abtheilungen bringen:

a. Meißelbohrer mit bogenförmiger Schneide. (Fig. 12. Taf. IV.)

Wenn die Schneide scharf und sehr stark bogenförmig ist, so ist der Meißel nur auf ganz mildem Gestein anwendbar, wogegen ein minder starker Bogen schon für festeres Gestein paßt, und mehr mit seinen scharf hervorspringenden Ecken wirkt; die Flächen der Schneide sind in der Regel etwas gewölbt.

b. Meißelbohrer mit zugeschärfter Schneide.

Die Schneide dieses Meißels ist entweder ganz gerade, wie in Fig. 18 d und d′ Taf. III., oder sie hat in der Regel eine in der Mitte hervorstehende Spitze. Die Schneide ist durch zwei schmale Flächen zugeschärft, und wird nach der Beschaffenheit des Gesteins bald schwächer, bald stumpfer gemacht. Im Allgemeinen paßt dieser Bohrer für Gesteine mittlerer Festigkeit.

c. Meißelbohrer mit gerader, stumpfer Schneide.

Dieser Meißel ist für das allerfesteste Gestein bestimmt; die Schneide und die Flächen desselben sind ganz gerade, und oft ist die Schneide so stumpf, daß ihr Durchschnitt fast ein gleichseitiges Drei ⁊ bildet, die Flächen der Schneide mithin einen Winkel von beinahe 60° einschließen.

2. Der Kreuzbohrer.

Dieser besteht aus vier ausgeschweiften Flächen, durch welche zwei sich kreuzende Schneiden gebildet werden, welche da, wo sie im Mittel des Bohrers zusammenlaufen, eine hervorragende Spitze bilden, die bald mehr hervorstehend, bald mehr niedergedrückt gearbeitet wird, so wie es die Beschaffenheit des Gesteins erfordert. Er ist nur auf mittelmäßig festem Gestein anwendbar, da das Bohren mit demselben ohnehin langsamer wie mit dem Meißelbohrer geht.

3. Der Kolbenbohrer. (Fig. 18 e, Taf. III.)

Der Kolbenbohrer wird ebenfalls durch vier ausgeschweifte Flächen gebildet, hat aber keine Schneiden wie der Kreuzbohrer, sondern fünf hervorragende Spitzen, von denen eine in der Mitte, die vier andern rechtwinklig über's Kreuz stehen.

Wenn die mittlere Spitze fehlt, und an deren Stelle eine Vertiefung ist, so nennt man einen solchen Bohrer auch wohl einen Kronenbohrer.

4. Der Letten- oder Trockenbohrer.

Bei der Bohrarbeit in nassem Gestein bedient man sich zum Trocknen der Bohrlöcher eines sogenannten Letten- oder Trockenbohrers (Fig. 18. Taf. IV.). Derselbe ist eine runde, unten etwas kolbenförmige, eiserne Stange, so lang wie die eigentlichen Bohrer und auch von gleicher Stärke, am obern Ende mit einem Loche zum Durchstecken einer Stange versehen. Bisweilen macht man sie auch am obern Ende viereckig, und bedient sich alsdann eines Schlüssels, den Bohrer im Bohrloche zu drehen und wieder aus demselben herauszuziehen, oder man macht auch einen 5 bis 6 Zoll langen eisernen Griff daran. Die nassen Bohrlöcher werden, nachdem sie ausgebohrt worden, mit Letten ausgeschlagen, alsdann der Lettenbohrer hineingetrieben, und so das Bohrloch wieder geöffnet und für die Patrone, wenigstens auf einige Zeit lang, getrocknet. Es kommt bei diesem Lettenbohrer auf weiter nichts an, als daß er gehörig rund und glatt gearbeitet werde; auch darf er nicht stärker, sondern eher etwas schwächer als die gewöhnlichen Bohrer sein.

Es giebt zwar noch mehrere verschiedene Arten von Bohrern, jedoch sind die oben angeführten die wichtigsten, und vor allen sind die Meißelbohrer in häufiger Anwendung. Zwar erfordert der Gebrauch des Meißels einen geübtern Arbeiter; allein das Bohren geht mit demselben ungleich rascher von statten, als mit dem Kolben- und Kronenbohrer, und bei einiger Uebung eben so sicher, ohne daß sich das Bohrloch verzöge.

Kronen- und Kreuzbohrer sind wenig oder fast gar nicht mehr im Gebrauch; nur allenfalls, wenn sich ein Bohrloch mit dem Meißelbohrer verzogen hat, oder ein Fuchs in demselben stehen geblieben ist, können dieselben mit solchen Bohrern nachgebohrt werden. Dagegen werden die Kolbenbohrer auf sehr festem Gestein, bei zweimänniſcher Bohrarbeit und zum Anfangen der dann mit

dem Meißelbohrer zu vollendenden Bohrlöcher, häufig angewendet.

Die Größe der Meißel oder Kolben ist sehr relativ. Zu weichem Gestein, wo das Bohren ohnehin rasch von statten geht, nimmt man daher lieber einen zu großen als zu kleinen Meißel. Bei sehr festem Gestein würde ein großes Bohrloch zu viel Kraftaufwand erfordern. Auf weichem Gestein und auf dem Kohl kann man daher dem Meißel oder Kolben einen Durchmesser von $1\frac{1}{2}''$, auf festem Gestein hingegen etwa nur von $1''$ geben. Unter einem Zoll dürften indessen nicht leicht Bohrer zu empfehlen sein, und es ist etwa anzunehmen, daß jedes Bohrloch $\frac{1}{16}''$ größer wird als der Durchmesser des Bohrers, obgleich dieß auch sehr von der Beschaffenheit des Gesteins abhängt.

Die Stärke der Bohrstange richtet sich nach der Größe des Meißels oder Kolbens, und beträgt in der Regel reichlich $\frac{1}{4}''$ weniger. Im Durchschnitt wird man daher die Größe des Meißels zu $1''$, und die der Stange zu $\frac{5}{8}$ bis $\frac{3}{4}''$ annehmen können.

Die Länge des Bohrers hängt von der Tiefe des niederzubringenden Bohrlochs ab. Auf Gestein pflegt in der Regel nicht über 18 bis $22''$ tief gebohrt zu werden, weshalb die Bohrer nicht länger als 22 bis $28''$ zu sein brauchen.

Bei Ansetzung eines Bohrlochs würde es unbequem sein, sogleich den langen Bohrer zu gebrauchen. Man bedient sich daher für den Anfang eines kurzen Bohrers von 10 bis $12''$ Länge. Ein solcher Bohrer heißt ein Anfangsbohrer oder Anfänger; es folgt darauf ein zweiter längerer, der sogenannte Mittelbohrer, deren es auch zuweilen mehrere giebt, und zuletzt der längste oder der Abbohrer. Diese zusammengehörigen Bohrer werden ein Satz Bohrer genannt.

Wie schon bemerkt, ist der Kopf der Bohrer gewöhnlich nicht verstahlt; meiner Erfahrung nach ist es aber

vortheilhafter, wenn dieß der Fall ist, und die Fäustel dagegen unverstahlt bleiben.

In den Goldbergwerken am Simplon und Monte-Rose bedient man sich kleiner, ganz stählerner Bohrer, deren Reparaturkosten sehr gering, die aber auch äußerst zerbrechlich sind. — Das Härten der Bohrschneiden hängt von der Festigkeit des Gesteins ab; man kann aber im Allgemeinen sagen, daß der Schmied die Bohrer für den Kohlensandstein blau, und die für die quarzigen Gesteine gelb anlaufen lassen muß.

Wir müssen noch, ehe wir diese Bemerkungen über die Bohrer beschließen, der großen, 12 bis 15 Fuß langen und verhältnißmäßig starken Bohrer erwähnen, die man dazu gebraucht, über Tage, zum Sprengen bedeutender Felsstücke große Bohrlöcher zu schlagen, oder alte versoffene Baue zu untersuchen, manchen Bauen Wasserlosung und Wetterwechsel zu verschaffen ꝛc. Wenn man mit einem solchen Bohrloch in einen alten Bau schlägt, so sind die herausstürzenden Wasser doch nicht so stark, daß sie den Arbeitern Schaden verursachen könnten, welches der Fall sein würde, wollte man sogleich mit einem Ort vorgehen. — Ein solcher großer Bohrer (Fig. 11. Taf. IV.) wird von zwei oder drei Menschen regiert, die ihn in die Höhe heben, und dann wieder niederfallen lassen *).

Der Krätzer.

Der Krätzer (Fig. 18 a, a′ Taf. III. und Fig. 15. Taf. IV.) dient dazu, das Bohrmehl aus dem Bohrloche heraus zu nehmen, dasselbe, wenn es naß ist, zu trock-

---

*) Man hat auch Maschinen zur Treibung solcher großen und tiefen Bohrlöcher, die man in Villefosse's Mineralreichthum, deutsche Bearb. II. S. 209. und Taf. V. Fig. 9 bis 13 und 16 bis 18 beschrieben und abgebildet findet. H.

nen ꝛc. Es ist eine dünne, vierkantige Stange, deren Länge sich nach der Tiefe des Bohrloches richtet und mehr als diese betragen muß. An ihrem untern Ende ist ein kleiner runder Löffel oder Teller befestigt, das Bohrmehl herauszu holen. In dem obern Ende befindet sich ein längliches Oehr, Werg oder einen Wischlappen darin zu befestigen, um mittelst derselben nasse Bohrlöcher trocknen und reinigen zu können.

Die Räumnadel.

Die Räumnadel (Fig. 18 c. Taf. III. und Fig. 13. Taf. IV.) dient dazu, während dem Besetzen des Schusses einen Kanal zur Patrone für die Rakete oder das Zündröhrchen offen zu erhalten.

Sie besteht aus weichem Eisen, oder, da dieses bei harten Gesteinen beim Herausziehen leicht Funken reißen, den Schuß entzünden und Unglücksfälle veranlassen kann, besser aus Kupfer, und ist an ihrem obern Ende etwa $\frac{3}{8}$'' im Durchmesser stark. Die Länge der eigentlichen Nadel beträgt 22 bis 24''; sie endigt sich in eine lange, konische Spitze, welche glatt und genau gearbeitet sein muß. An ihrem obern Ende hat sie einen $1\frac{1}{2}$ bis 2'' weiten Ring, um sie aus dem besetzten Bohrloche wieder herausziehen zu können.

Der Stampfer. (Fig. 18 b. Taf. III. Fig. 14. Taf. IV.)

Er ist etwa 20 bis 24'' lang, unten etwas dicker wie oben, durchschnittlich etwa $\frac{3}{4}$'' dick, und circa 3 bis $3\frac{1}{2}$ Pfund schwer. An seinem untern, etwas kolbenförmigen Ende befindet sich eine Leer- oder Hohlkehle: sie richtet sich nach der Dicke der Räumnadel, und dient dazu, dieselbe während des Besetzens des Bohrloches aufzunehmen. Der Stampfer wird zum Besetzen des Bohrloches gebraucht, sein Durchmesser muß daher etwas geringer sein als der des zu besetzenden Bohrlochs, auch ist es noth-

wendig, daß derselbe glatt und rund gearbeitet werde. Dieß Werkzeug zu verstahlen, um ihm eine größere Dauer zu geben, ist sehr gefährlich.

Dritte Abtheilung.

Geräthe, welche zur Erleuchtung dienen.

Die Lampen.

Es giebt drei Arten in den Gruben angewendeter Lampen, die nur hinsichtlich ihrer Form und der Materie, aus welcher sie angefertigt, verschieden sind. Das Prinzip, auf welchem ihre Anfertigung sich gründet, ist dasselbe; das Oel muß hermetisch verschlossen sein, so daß es nicht herausfließen kann, wenn die Lampen auch umfallen. Man erreicht diesen Zweck leicht, wenn man die Lampe mit einem Deckel verschließt, der durch eine zum Putzen des Lichts dienende Nadel, oder durch einen kleinen Riegel, festgehalten wird.

Die Lampen sind entweder aus Weißblech, Kupfer oder Messing, oder aus Eisen, welches gelöthet ist, angefertigt, und haben gewöhnlich die Form Fig. 19 und 20. Taf. III. und Fig. 25. Taf. IV., die keiner weitern Erklärung bedürfen. Die Haken dienen theils dazu, um die Lampe an dem Gestein und der Zimmerung zu befestigen, und sie auch über den Daumen zu hängen, damit der Bergmann beim Fahren auf den Fahrten die Hände frei habe, und sich damit an den Fahrtsprossen festhalten könne. Die beiden Spitzen an dem Gehäng der Lampe, Fig. 25. Taf. IV., dienen dazu, dieselbe von dem Gestein entfernt zu halten, damit sie immer frei hänge, und das Oel nicht etwa durch die Dochttülle herausfließen könne.

Die wohlfeilsten Lampen sind die von Weißblech, allein sie haben auch die geringste Dauer; die dauerhaftesten, aber

auch theuersten, sind die eisernen. Gewöhnlich enthalten sie zwei Unzen Oel, die zu einer achtstündigen Schicht hinreichend sind.

Die Beamten, Steiger, so wie auch die Karrenläufer und Hundsstößer, müssen etwas größere Lampen haben, da bei der Bewegung, die ihr Dienst und ihre Arbeiten mit sich bringen, der Oelaufgang bedeutender ist.

Man gebraucht gewöhnlich Rüböl; in Frankreich, Italien ꝛc. aber auch Nuß-, Lein- und Baumöl; in England und in einigen andern Ländern Fischthran; in den Galizischen Steinsalzbergwerken Bergöl oder Naphtha, und man hat die Bemerkung gemacht, daß diese in Gruben, in denen die Wetter nicht gut sind, besser leuchtet als die andern Oele. Auf dem Oberharz brennen die Beamten und Steiger russisches Pferdetalg (Unschlitt oder Inselt) in offenen Lampen. In der Grafschaft Mark erhellen die Arbeiter in einigen kleinen Gruben ihre Arbeit durch die Flamme, welche die harzreiche Fichtenwurzel giebt. Ryan zu Netherton in England versichert, das gekohlte Wasserstoffgas, welches aus den Steinkohlen hervordringt, in weißblechenen Röhren an die nöthigen Punkte der Grube geleitet, und diese damit erleuchtet zu haben.

Zu den Lampen werden auch Davy's Sicherungslampen (Fig. 23. Taf. IV.), gerechnet, von denen jedoch, da sie lediglich da angewendet werden, wo schlagende Wetter vorhanden sind, weiter unten in dem der Erhaltung der Menschen und der Baue gewidmeten vierten Hauptstück geredet werden wird.

In vielen Bergwerken, z. B. im sächsischen Erzgebirge, zu Idria, in England ꝛc., gebraucht man auch kleine Talglichter, von denen bis 140 Stück auf ein Pfund gehen, und die man dem Oel deswegen vorzieht, weil sie weniger Rauch verursachen. Im Erzgebirge stecken die Bergleute diese Kerzen in eine kleine hölzerne Blende oder Laterne ohne Glas, die mittelst eines Hakens an den Kittel

tel oder an den Schachthut gehängt wird. In England befestigt der Bergmann seine Kerze in einem Klumpen Letten, und an manchen andern Orten wendet man kleine eiserne Leuchter von verschiedener Form an. Alle haben jedoch, wie der in Fig. 24. Taf. IV. dargestellte, eine Spitze, mit welcher man sie in dem Gestein oder in der Zimmerung, oder auch beim Fahren am Hute befestigt.

In einigen Bergwerken, in denen ein starker Luftzug statt findet, und wo man Talglichter brennt, stellt man diese in Glas- oder Hornlaternen. Man wird aber leicht einsehen, daß solch ein zerbrechliches Ding eine Menge von Unbequemlichkeiten bei seiner Anwendung unter Tage mit sich führen müsse.

Die Feuerzeuge.

Das gewöhnliche Feuerzeug ist ein jedem Bergmann unentbehrliches Geräth; er muß stets eine kleine lederne Tasche bei sich führen, die einen Feuerstahl, einen Feuerstein, guten Zündschwamm und einige Schwefelfäden enthält. Die Lampen, besonders aber die Talgkerzen, werden sehr häufig ausgelöscht. Zwar werden da, wo mehrere Bergleute zusammen arbeiten, nur selten alle Lichter auf einmal verlöschen; allein durch den Druck der Luft bei einem Schusse kann dieß doch geschehen, und dann entsteht wenigstens Zeitverlust, wenn die Arbeiter im Finstern zu Tage ausfahren und Feuer holen müssen, während, wenn Feuerzeuge vorhanden sind, einige Minuten hinreichend, die Lichter wieder anzuzünden. Es können selbst Unglücksfälle dadurch veranlaßt werden, wenn die Bergleute kein Feuerzeug bei sich führen und das erloschene Licht wieder anzünden können, weshalb sie auch gestraft werden, wenn es ihnen fehlt.

Das große Erleuchtungs-Feuerzeug war darauf gegründet, durch eine Reihe von Funken, die mittelst eines Stahls und eines Feuersteins hervorgebracht wurden, einem

Bayerische Staatsbibliothek München

Bergmanne ein sparsames Licht zu verschaffen, welches die schlagenden Wetter nicht entzünden konnte. Man hatte daher, ehe man das Mittel kannte, die Flamme eines Lichts mitten in diese brennbare und detonirende Luft zu bringen, kleine Geräthe, die aus einem stählernen Rade bestanden, welches, indem es gegen einen Feuerstein gedrehet wurde, Funken hervorbrachte, die hell genug waren, um einen Orts- oder Pfeiler-Stoß spärlich zu erleuchten. Jetzt, wo man die Davy'sche Sicherungslampe besitzt, bedarf man dieser Art der Erleuchtung nicht mehr, die auch sehr unbequem und theuer ist, da ein Arbeiter dazu erforderlich war, die Kurbel zu drehen, wodurch das Feuerrad bewegt wurde. Dieser Apparat wurde besonders in einigen Gegenden Englands, so wie in den Steinkohlenbergwerken der Gegend von Lüttich, angewendet. —

Dieß sind nun fast alle die dem Bergmanne eigenthümlichen Gezähe und Geräthschaften. Außerdem gebraucht er aber auch Aexte, Meißel, Sägen, Hämmer, Bohrer, Zangen, Kloben, Schraubstöcke und eine Menge anderer Werkzeuge, die auch der Zimmermann und der Schmied gebraucht; allein da sie nichts Besonderes haben, und von denen, welche man in den Werkstätten jener Handwerker findet, sich nicht unterscheiden, so würde es sehr unnütz sein, sie hier zu beschreiben.

Jedoch kann ich den Abschnitt von den Gezähen nicht beendigen, ohne noch etwas über die Menge zu sagen, die man von jeder Sorte für eine gegebene Anzahl von Arbeitern anschaffen muß.

Ich nehme zuvörderst an, daß die Grube eine kleine Schmiede und einen Bergschmied hat, der geschickt genug ist, die Gezähe zu repariren und auch, wenn es nöthig ist, zu verstahlen. Für 20 Bohrhäuer sind daher folgende Gezähe-Mengen erforderlich: 150 Bohrer, von denen 100 unter die Häuer vertheilt, und 50 in dem Magazine befindlich sind; 50 Spitzen oder Bergeisen, davon 20 ver-

theilt, und 30 im Magazin oder in der Schmiede; 25 Krätzer, 25 Räumnadeln, 25 Stampfer und 10 Lettenbohrer, wenn das Gebirge nicht gar zu naß ist. Auf diese Weise hat jeder Bohrhäuer seinen Krätzer, seine Räumnadel und seinen Stampfer, und es bleiben genug im Magazine, daß die schadhaften ersetzt werden können. Was die Letten- oder Trockenbohrer betrifft, so ist einer für zwei Häuer hinreichend, wenigstens wenn das Gestein nicht zu naß ist. In diesem Falle müßte man die Anzahl bis auf 25 vermehren. Außerdem bedarf man noch: 40 großer Keilhauen, 40 Schaufeln, 20 Kratzen, 4 Brechstangen, 5 Treibe- und 40 Handfäustel, und endlich 50 verschiedene Fimmel.

Jeder Bergarbeiter muß seine Lampe und sein Feuerzeug haben, die, alle von einer Form und Größe, auf Kosten der Zeche angefertigt, unter die Mannschaft vertheilt und durch Lohnabzüge wieder bezahlt werden. Die Fimmel, die Schaufeln, die Keilhauen und die Fäustel sind die Gezähe, welche am meisten abgenutzt werden, weshalb man auch davon im Magazine fortwährend einen vollständigen Vorrath haben muß.

Dem Geschwornen liegt es ob, dahin zu sehen, daß es an keinem wesentlichen Gezäh fehle; er muß die Reparatur derjenigen, die derselben noch fähig sind, besorgen, und die ganz abgängigen mit neuen vertauschen. Sein Magazin muß ordentlich und reinlich gehalten, und immer mit den nöthigen etatsmäßigen Gezähstücken versehen sein; allein man muß auch dahin sehen, daß nicht eine zu große Anzahl vorräthiger Gezähstücke vorhanden sei. Die Nachtheile hiervon habe ich genau zu sehen Gelegenheit gehabt, und kann die Versicherung geben, daß daraus eine allgemeine Verschwendung entsteht, deren Resultat nicht unwichtig ist. Um diese auf alle mögliche Weise zu vermindern, rathe ich auch dazu, den Arbeitern das Geleucht

in Gelde zu geben, oder es dem Schichten- oder Gedinglohn gleich zuzusetzen; endlich auch die Gezähe zu zeichnen, damit man sogleich wisse, welcher Arbeiter es ist, der die seinigen verloren, zerbrochen oder verkramt hat.

Jedoch bin ich nicht der Meinung, daß man auch den Bergleuten die Anschaffung des nöthigen Pulvers überlassen müsse, sondern daß es weit besser sei, dasselbe in natura auszugeben; die Erfahrung hat mich überzeugt, daß in jenem Falle die Bohrhäuer, um Pulver zu sparen, eine weit größere Anzahl von Keilhauen, Helmen und Fimmeln zerschlagen.

Die Zapfen und Pfannen aller Maschinen müssen mit verdorbenem Schweine-, oder besser mit Ziegenfett, welches mehr Dauer hat, geschmiert werden. Zu den besser abzuwartenden Maschinen ist aber Oel, und selbst Baumöl, erforderlich. Kennt man nun aus der Erfahrung die in einem Monate oder in einer Woche zum Schmieren anzuwendende Fett- oder Oelmenge, so ist es gut, danach den Verbrauch zu reguliren. Zum Schmieren gußeiserner Räderwerke gebraucht man mit großem Vortheil ein Gemisch von zehn Theilen Schweineschmalz und von zwei Theilen Graphit, der durch ein seidenes Sieb geschlagen ist.

Endlich wird es auch gut sein, einen gehörigen Vorrath von Brettern, Eisen, Stahl, Nägeln ꝛc. zu halten.

Wir besitzen wenig gute Abhandlungen über die Gezähe und deren Anfertigung; musterhaft sind die folgenden:

Lempe, über Verfertigung des Häuergezähes, in seinem Magazin für Bergbaukunde, Band VIII.

Werner, über die verschiedenen Grade der Gesteinsfestigkeit, im bergmänn. Journale. Jahrg. I. S. 8 ꝛc.

Schroll, Beitrag zur Kunst und Wirthschaft der Arbeit auf dem Gesteine. IV. Abschn. Von dem Gezähe und den Bergschmieden.

v. Moll's Annalen der Berg- und Hüttenkunde. Bd. I. Liefer. 2. S. 38 ꝛc.

v. Oeynhausen, Beschreibung des bei dem Märkischen Steinkohlenbergbaue gebräuchlichen Gezähes. Karsten's Archiv, Bd. V. S. 277.

Außerdem verdienen auch noch über diesen, für den Bergmann so höchst wichtigen Gegenstand nachgelesen zu werden:

Bericht vom Bergbau. Leipzig, 1772. S. 41 ꝛc.

Delius, Bergbaukunst. Wien, 1806. I. S. 210 ꝛc.

d'Aubuisson, des Mines de Freiberg en Saxe. Freiberg, 1802. T. I. p. 93.

Mohs, Beschreibung des Grubengebäudes Himmelsfürst bei Freiberg. Wien, 1804.

Zweiter Abschnitt.

Von der Festigkeit des Gesteins und von der Arbeit auf demselben (Häuerarbeiten).

Die Gesteine, welche der Bergmann und der Steinbrecher zu bearbeiten und zu gewinnen genöthigt ist, um sich einen Weg in das Innere der Erdrinde zu bahnen, Schachte abzusinken und Steinbrüche auszuhöhlen, sind nicht allein in Hinsicht ihrer Härte, sondern vor allem in ihrer Festigkeit verschieden; in der vollkommenen Kenntniß dieser verschiedenen Eigenschaften, und in der Anwendung der Mittel und Gezähe, welche für diese oder jene Felsart gehören, besteht zum Theil die Kunst des Bergmannes und des Steinbrechers.

Man kann die Gesteine, hinsichtlich ihrer Festigkeit, in folgende acht Abtheilungen bringen *):

---

*) Werner theilte die Gesteine nach ihrer Festigkeit, und nach dem Widerstande, den sie den Häuerarbeiten entgegensetzen, in fünf Grade, nämlich:

1. Die rölligen oder pulverförmigen Gesteine sind lose Erde, Sand, Lehm ꝛc.; sie werden mit der Schaufel und der Kratze weggenommen, und erfordern eine Böschung von 45°, wenn sie von selbst stehen sollen.

2. Die milden oder zerreiblichen Gesteine sind zusammengebackener Sand, welcher sich, wie der grobe Zucker, zwischen den Fingern zerreiben läßt.

Man gewinnt sie mittelst der Keilhaue und der Fimmel, und durch den leichtesten Schlag mit dem Fäustel werden sie in Sand verwandelt.

---

1. Die rölligen Gesteine, die mittelst Schaufel und Kratze, durch Wegfüllen, gewonnen werden.

2. Die milden Gesteine, als Thon, Letten, Dammerde, manche Gangarten, Steinkohlen und Steinsalz. Sie werden mit der Keil-, Letten- und Schramhaue gewonnen.

3. Die gebrächen Gesteine, als Schwerspath, Feldspath, Flußspath, einiger Kalkstein, Kupferschiefer, Gips, Sandstein, alle stark lettigen, eisenschüssigen, großglimmerigen und kurzklüftigen Gesteine, deren Festigkeit jedoch auch sehr oft wechselt. Sie werden mittelst der Schlägel- und Eisenarbeit gewonnen, und weil Herr Brard über diese im Texte des Werks gar nichts sagt, da sie in Frankreich fast gar nicht angewendet wird, so finde ich es für nöthig, hier noch einige Bemerkungen darüber zu machen, um das zu ergänzen, was bereits im vorigen Abschnitte von mir im Texte zugesetzt worden ist. Man bedient sich der Schlägel- und Eisenarbeit 1) zum Brunnenhauen. Man haut nämlich in einer gewissen Entfernung von einander rinnenförmige Vertiefungen in das Gestein, und schlägt nachher das Dazwischenliegende heraus; 2) werden sie als Keil gebraucht, um das Gestein damit loszutreiben. Man gewinnt auch damit die durch's Schießen oder sonst schon losgezogenen Wände vollends. 3) Ehe die Sprengarbeit erfunden war, hat man in sogenannten Tagewerken nach bestimmten Regeln herausgeschlagen. Jetzt kommt diese Arbeit nur noch hin und wieder auf kurzklüftigem Gestein in Anwendung. Auf Oertern hat man folgende Tagewerke: a) Einbruch, b) Förste aus dem Einbruche, c) Straße aus dem Einbruche, d) Seiger-Förstehauen, e) Söhlighauen. In Gesenken hat man: a) das Vorgesümpfe, und alsdann b) verschiedene Tagewerke links und rechts, c) das Schwach-

Die Sonne, der Regen und der Frost zersetzen sie, zerstören ihre Oberfläche, und reduciren sie auf mehr oder minder feinen Sand oder Grus. Es gehören hierher die bröckligen Sandsteine, einiger Kohlensandstein ꝛc.

3. Die faulen Gesteine (Roches pourries) sind diejenigen, welche in keinen großen Blöcken gewonnen werden, mit Wasser und Thon durchdrungen sind, und nur die Keilhaue und die Schaufel erfordern. Es gehören hierher einige Schieferarten, deren Blätter nach allen

---

machen, und d) das Seigerstoßhauen. (Bericht vom Bergbau. S. 42. Taf. 2.) — Bei der Anlage des Einbruchs auf Oertern ist besonders zu beobachten, ob das Gestein söhlig liegt, ob ihm dasselbe zu- oder entfällt, oder ob die Blätter des Gesteins in gerader Linie mit dem bearbeiteten Ort fortgehen. Bei söhligen Gesteinschichten ist es am zweckmäßigsten, den Einbruch weiter nach der Sohle hin zu legen; entfällt das Gestein, so ist er ebenfalls in der Sohle anzubringen; fallen die Klüfte dem Arbeiter zu, so legt man den Einbruch mehr nach der Förste hin. — 4) Ferner kommt, wie bereits im vorigen Abschnitte bemerkt wurde, die Schlägel- und Eisenarbeit beim Zubrüsten der Bohrlöcher, dem Hauen der Bohrlöcher und dergl. in Anwendung. Wenn nämlich ein Bohrloch angelegt werden soll, so muß zuvor an der Stelle, wo man den Bohrer ansetzen will, eine glatte Fläche gebildet werden. — Außer diesen Verschiedenheiten der Schlägel- und Eisenarbeit, welche aus der Anwendung derselben entspringen, ist noch der Unterschied zu bemerken, welcher durch die verschiedene Stellung des Eisens gegeben ist. Steht der Arbeiter unter dem Eisen, und schlägt das Gestein so los, daß es unter das Eisen fällt, so hat man die Arbeit unter dem Eisen; diese kommt besonders in der Förste in Anwendung. Ist der Arbeiter über dem Eisen, und reißt das Gestein so los, daß es über das Eisen springt, so nennt man dieses: Arbeit über dem Eisen, welche besonders auf Strossen vorkommt. Noch muß bemerkt werden, daß die Schlägel- und Eisenarbeit unter allen Häuerarbeiten die meiste Uebung und Geschicklichkeit erfordert.

4. Die festen Gesteine werden durch die Sprengarbeit gewonnen; und

5. die höchstfesten durch das Feuersetzen. H.

Richtungen zerbrochen sind, und die gewöhnlich die Ausfüllungsmasse gewisser fauler Gänge bilden.

Auch können Letten, Thon und gewisse Mergelarten, die mit der Lettenhaue zu gewinnen sind, hierher gerechnet werden; was jedoch der Bergmann faule oder gebräche Gesteine nennt, sind vielmehr diejenigen, welche ursprünglich fester waren, als sie es jetzt sind. Die gebrächen Gesteine führen den Bauen oft Wasser zu.

4. Die blättrigen Gesteine sind diejenigen, die sich in mehr oder minder dicke Tafeln oder Blätter theilen lassen, wenn man einen Keil in der Richtung ihres schiefrigen Gefüges eintreibt, und fast auf dieselbe Weise wie beim Holzspalten verfährt.

Dahin gehören die Schieferarten und alle Gesteine mit schiefriger Textur. Man gewinnt sie mittelst Fimmeln und Brecheisen, theilt sie aber mittelst sehr dünner eiserner Meißel. Auch manche Kalksteinarten sind hierher zu rechnen.

Sehr glimmerhaltige Felsarten, wie der Gneis, können auch in Tafeln getheilt werden, die aber weit weniger dick und regelmäßig als die der eigentlichen Schiefergesteine sind, so daß man oft genöthigt ist, sie mit kleinen Schüssen anzugreifen, die jedoch die Blätter nur mehr von einander reißen und empor heben, als sie vollkommen trennen, welches dann erst durch Fimmel und Brechstangen geschehen muß.

5. Die brüchigen Gesteine sind die, welche von einer Menge von Rissen, die alle mögliche Richtungen haben, durchsetzt sind, wodurch alsdann unregelmäßige Blöcke entstehen, die an einander hängen, und mit einander verbunden sind, so daß ihre Gewinnung Schwierigkeiten verursacht. Pulver wirkt in diesen sehr zerklüfteten Gebirgsarten, und wenn man sie nicht von einer Seite ganz frei machen kann, so rückt man nur mit großen Schwierigkeiten vor.

Hat man solche Gesteine vor einem Ortsstoße, oder in einem Schachtgesenk, so wird der Orts- oder Stollenbetrieb, so wie das Schachtabsinken sehr kostbar, und man kann nur mittelst Fimmeln oder Brechstangen vorwärts kommen. In einem Steinbruche mit keinem sehr großen Felde wird man bald die Bemerkung machen, daß es eine Richtung giebt, in welcher man weniger Schwierigkeiten findet, als in allen übrigen. Aus diesem Grunde muß daher der Arbeiter sein Ort oder seine Strosse hübsch rein und offen erhalten, damit er die Stellen finden kann, die gut nachzugeben im Stande sind, welches er nicht beobachten kann, wenn der Schutt überhand nimmt. Man trifft oft Stellen, in denen die Gesteinblöcke wie die Steine eines Gewölbbogens in einander hängen, und wo man dann nur einen herauszureißen braucht, um die übrigen leicht zu gewinnen.

Die dichten Flötzkalksteine sind oft in der angegebenen Art zerklüftet, und dann sehr schwer zu brechen.

6. Die weichen und zähen Gesteine sind solche, in die man mit den Gezähen eindringen kann, die sich zerquetschen und zusammendrücken lassen, die aber nur sehr schwer reißen. Es gehören hierher der Schieferthon und der Serpentin. Um sie zu gewinnen, kann man nichts anderes thun, als sie links und rechts mit gut verstahlten Lettenhauen zu schlitzen, und dann mehrere große Fimmel neben einander und nach der Mitte des Blockes zu, den man gewinnen will, einzutreiben.

Der marmorartige Thon, der oft in der Nähe des rothen Sandsteins vorkommt, gehört auch in diese Abtheilung. Je leichter dieses Gestein an der Oberfläche des Gebirgs, wo es die Luft zerbröckelt und zerklüftet hat, angegriffen werden kann, um so zäher und weniger zu behandeln ist es in einer gewissen Tiefe. Man gewinnt es wie den Schieferthon. Als ich einst genöthigt war, eine bedeutende Masse von diesem Gestein, wegen Ebenung eines

Platzes, zu gewinnen, ließ ich sie auf der linken und der rechten Seite schlitzen, von vorn auch frei machen, und warf sie mit einem stark besetzten Schuß um. Der fast 300 Kubikmeter große Block, von marmorartigem Thon, wurde durch das Sprengen und durch den Fall so erschüttert, daß man ihn mit Hacken, Schaufeln und Laufkarren, wie gewöhnlichen Schutt, wegbrachte.

Muß man in solchem weichen und zugleich zähen Gestein einen Stollen treiben, so legt man zwei Bergleute vor das Ort, die links und rechts ungefähr 6 Zoll weite Schlitze machen, worauf man, wenn diese tief genug sind, große Fimmel anwendet.

7. Die spröden Gesteine sind die allervortheilhaftesten für den Häuer, weil ein Bohrloch, wenn es gehörig angesetzt ist, außerordentlich viel wirkt. Ein leicht zu zersprengendes, aber schwer zu bohrendes Gestein ist weit vortheilhafter, als ein weiches und schwer zu zersprengendes.

Man kann die spröden Gesteine nur mittelst des Sprengens gewinnen, denn Schlägel und Eisen sind von so geringer Wirkung, daß man sie nur in besondern Fällen, wenn man die Erschütterung fürchtet, oder wenn man schöne Erze und andere Mineralien schonen will, anwendet.

Der feinkörnige Granit, die Trapparten, die Porphyre und gewisse Sandsteine gehören in diese Abtheilung. Die Explosion, welche sie zerreißt, ist immer sehr stark. Die Gesteinstücken werden weithin geschleudert, und zerbrechen oft starke Holzstücken. Die Bohrhäuer müssen sich bei dem Sprengen solcher spröden Gesteine weiter entfernen, oder an weit sichrere Orte begeben, als wenn sie weichere Felsarten sprengen. Ich sah Stücke harten Sandsteins 100 Fuß senkrecht in die Höhe schleudern, das Seil an dem Haspel eines Schachts entzwei schneiden, und in das hölzerne Dach des Schuppens über demselben dringen.

8. Die harten und zähen Gesteine endlich sind

selten, denn im Allgemeinen sind die schwer zu bohrenden Felsarten leicht zersprengbar. Jedoch giebt es Quarzarten und Granit, die doppelte Schwierigkeit zeigen, und bei der Gewinnung dieser höchstfesten Gesteine muß man seine Zuflucht zur Wirkung des Feuers nehmen: ein Verfahren, welches darin besteht, die Gesteine mittelst eines lebhaften, auf seine Oberfläche gerichteten Feuers zu rösten, wodurch dann die Festigkeit vermindert, und das Gestein fähig gemacht wird, der Wirkung der Keilhaue und der Fimmel nachzugeben. Man nennt diese Arbeit das Feuersetzen.

Es giebt in den Alpen und an andern Orten eine große Menge alter Gruben, in denen die Spuren des Feuers noch sehr sichtbar sind. So fand man z. B. zu Alloüe bei Conflans, im Charente-Departement, die Reste von halbverbrannten Scheiterhaufen. Jetzt findet man das Feuersetzen nur noch wenig in Anwendung, theils wegen der Theuerung des Holzes, theils wegen einer Menge anderer Unbequemlichkeiten, die aus dem Rauch, der Hitze, dem Verderben der Wetter, herbeigeführt werden. Im Rammelsberge bei Goslar, zu Felsöbanya in Ungarn, zu Altenberg, Ehrenfriedersdorff und Geier in Sachsen, und an einigen Orten in Schweden ist diese Gewinnungsart noch in Anwendung, da das höchstfeste Gestein jede andere Art verbietet, oder diese doch die wohlfeilste ist.

Sehr wahrscheinlich ist es, daß zu der Zeit, in welcher das Feuersetzen häufig zur Gewinnung der Erze angewendet wurde, man auch die nicht minder kräftige Wirkung des kalten Wassers zuließ, das, auf die Oberfläche eines stark erhitzten Gesteins gegossen, eine Menge von Rissen und Spalten hervorbringen mußte, die sehr viel zum Erfolge der ersten Operation beitrugen.

Von der Spreng- oder Schießarbeit *).

Die Anwendung des Pulvers auf den Betrieb des Bergbaues ist eine der wichtigsten technischen Einführungen, die bei demselben statt gefunden haben, und gab ihm in sehr vielen Fällen eine fast ganz veränderte Gestalt. Ohne dieses Mittel würden viele der noch jetzt im Betriebe befindlichen Grubengebäude schon längst zum Erliegen gekommen sein, und namentlich würde ein großer Theil des in Deutschland auf edle Metalle betriebenen Bergbaues, bei der Festigkeit der Gebirgsarten, in welchen diese erzführenden Lagerstätten gewöhnlich aufsetzen, und bei den übrigen jetzt obwaltenden Verhältnissen, nicht mehr bestehen können.

Die Wichtigkeit der Anwendung des Pulvers beim Bergbau wuchs, je höher die Lohne stiegen. Obgleich nun das Steigen derselben wohl ziemlich gleichen Schritt mit dem Steigen der übrigen Gegenstände, also auch mit dem des Pulvers, gehalten hat, so konnte dennoch durch den zunehmenden höhern Preis dieses Materials der Einfluß auf den Bergbau nicht so erheblich sein, weil die durch Anwendung des Pulvers hervorzubringende Wirkung, in Hinsicht der Kostspieligkeit, außer allem Verhältniß mit der durch Menschenhände zu leistenden steht.

Jahrhunderte nach Erfindung des Schießpulvers, und spät nach Anwendung desselben im Kriege, wurde es erst zur Sprengung des Gesteins benutzt, anfänglich nur in Steinbrüchen, später in den Gruben. Viele Berggebäude waren bereits wegen des theuern Holzes außer Betrieb gesetzt, und nur die Anwendung des Pulvers machte es möglich, die verlassenen Gruben wieder zu belegen. Wenige würde man jetzt noch mit Vortheil betreiben können,

---

*) Dieser wichtige Theil der Häuerarbeiten ist nach einem Aufsatze in Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen, Bd. 2., sehr vervollständigt worden. H.

wenn nicht diese Erfindung der Gesteinsgewinnung gegen die sonst auf dem festen Gestein übliche Taschenarbeit, wegen der verminderten Lohne und allgemeinern Anwendbarkeit, gegen die Feuersetzarbeit aber, wegen der Ersparung des theuren Holzes, einen entschiedenen ökonomischen Vortheil gewährt hätte.

Der ganze Bohr- und Schießprozeß zur Sprengung des Gesteins beruhet auf dem Abbohren einer cylinderförmigen Röhre (Fig. a — c. Taf. IV.) in der zu sprengenden Masse. Diese Röhre wird zum Theil mit Schießpulver gefüllt, und sodann bis auf einen, zur Anzündung nöthigen, engen Kanal verrammt, so daß das in der Röhre befindliche Pulver, bei der hierauf erfolgenden Entzündung, genöthigt ist, seine Kraft gegen das umgebende Gestein zu äußern, und dessen Sprengung zu bewirken, indem es, durch die über dem Pulver befindliche Verrammung, eines freien Auswegs beraubt ist. Dem Pulver nun durch diese künstliche Verrammung einen so guten Widerstand entgegen zu setzen, daß dasselbe eher das vorgegebene Gestein bei seiner Explosion zu sprengen, als die Besetzung herauszuwerfen vermag, ist die Hauptaufgabe, welche man auf mannigfache Weise zu lösen sich bemüht hat.

Was das Technische des Bohr- und Schießprozesses betrifft, so läßt sich derselbe nach den dabei statt findenden Arbeiten füglich in drei Hauptabtheilungen bringen: das Abbohren, das Besetzen und das Wegthun des Schusses.

Beim Abbohren, oder bei dem Schlagen der Bohrlöcher, haben nur in so fern seit der ersten Zeit der Anwendung des Pulvers einige Veränderungen statt gefunden, als man sich, um erstern Zweck zu erreichen, verschiedenartiger Gezähe bediente. In frühern Zeiten wurde mehr mit Kronen- und Kolbenbohrern gearbeitet; diese kamen aber, wie schon im vorigen Abschnitte bemerkt wurde, mehr und mehr außer Gebrauch, und an ihre

Stelle trat der jetzt fast allgemein in Anwendung kommende Meißelbohrer. Letzterer hat vor den erstern, außer dem Vorzuge, daß damit weit schneller gearbeitet wird, noch den, daß seine Anfertigung mit geringern Schwierigkeiten verbunden ist. Der Grund, weshalb man früher dem Kolben- und Kronenbohrer den Vorzug vor den Meißelbohrern gab, lag darin, daß der Gebrauch der erstern eine geringere Fertigkeit, als der der letztern erfordert.

Ganz das Verfahren, welches man, bei der ersten Anwendung der Schießarbeit auf dem Gestein, beim Abbohren der Bohrlöcher beobachtete, findet noch jetzt statt, und man hat keine Veranlassung gefunden, darin eine Abänderung zu treffen. Das Verfahren ist an allen uns bekannten Orten dasselbe, und die abgebohrten Löcher sind nur in Hinsicht ihrer Größe, d. h. in der Tiefe, die von 10 bis 48 Zoll, und in der Weite, die von $\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll wechselt, verschieden.

Das Verfahren bei dem Abbohren ist im Allgemeinen folgendes: Wenn man den gehörigen Platz zu dem Bohrloch ausgesucht, und denselben zugebrüstet hat, so nimmt man zuvörderst den Anfangsbohrer in die linke Hand, schlägt mit dem, mit der rechten Hand geführten Fäustel darauf, und dreht bei jedem Schlage den Bohrer um ein Zwölftel seiner Peripherie, so daß er immer los ist. Ein schon geübter Bohrhäuer hält das Fäustel am Ende des Helms, um die größte Kraft mit demselben auszuüben. Man macht das Bohrloch, wenn man abwärts bohrt, und sobald man drei Zoll tief ist, stets naß, und um das Umherspritzen des Bohrschlammes, und besonders das Spritzen in die Augen des Bohrhäuers, zu verhüten, legt man eine Scheibe von Leder, Filz oder Seilen um den Bohrer, denn der Krätzer hilft in diesem Falle wenig. Sehr wichtig ist das gehörige Ansetzen der Bohrlöcher. Man muß zuvörderst genau untersuchen, ob keine Klüfte in dem Gestein vorhanden, welche der Wirkung des

Schusses sehr nachtheilig sind, und setzt das Bohrloch so an, daß es eine schiefe Richtung erhält, und zwar, daß es dem Häuer zufällt (wie in c. Taf. IV.), wobei stets vorausgesetzt wird, daß wenigstens eine Seite des Gesteins frei sei. Ein senkrecht in ein nicht frei gemachtes Gestein abgebohrtes Loch (a. Taf. IV.) entladet sich mit der Besetzung, oder hebt höchstens einige Schalen an seinem obern Theile ab. Ein wie b angesetztes Bohrloch hat zu wenig Gestein vor, das Bohrloch d zu viel. Am besten angesetzt und die beste Richtung hat das Bohrloch c.

Der zweite Theil der Schießarbeit ist die Besetzung oder das Besetzen, worunter man die Masse versteht, welche der Ladung den freien Ausweg zur Bohrlochsmündung versperrt. Man hat oft fälschlich den Ausdruck Ladung mit Besetzung verwechselt, und sagt: das Bohrloch sei mit Pulver besetzt, statt geladen. Mannigfaltigen Veränderungen und bedeutenden Verbesserungen ist dieser Theil der Schießarbeit seit dem Anfange des 17ten Jahrhunderts unterworfen worden, doch lassen sich die verschiedenen Abänderungen unter folgende Rubriken bringen:

1) Das Besetzen mit dem Holzpflock.
2) Das Besetzen mit Letten, oder die Lettenbesetzung.
3) Das Besetzen mit Sand, oder die lockere Besetzung.
4) Das Besetzen mit Wasser.

1. Die Besetzung mit dem Holzpflock war auch der Zeit nach die erste Art, deren man sich bediente. Ein hölzerner Pflock wurde nämlich auf das, in das abgebohrte Loch geschüttete, Pulver getrieben. Um den Widerstand, den dieser Pflock dem Pulver leistet, zu vermehren, setzte man auf denselben noch ein Eisen — Schießeisen —, gegen welches man eine Spreitze antrieb, die von diesem Eisen aber durch ein Blech — Schießblech — getrennt wurde, um sie beim Losgehen des Schusses vor dem Zerspalten zu sichern. Diese Art der Besetzung ist jetzt wohl allgemein aus der Anwendung gekommen; doch noch vor

einigen Jahren fand, wie Blavier *) berichtet, ein ähnliches Verfahren auf der Insel Elba statt; auch treibt man in dem Bergwerke zu Rio, wie derselbe erzählt, einen Holzpflock als Besetzung in das zuvor geladene Bohrloch. (Die Ladung besteht aus einer Patrone, über welche aber noch das doppelte Quantum losen Pulvers geschüttet wird. Was zu dieser Ladungsart Veranlassung gegeben hat, ist nicht angeführt, ein besonderer Vortheil ist dabei aber nicht abzusehen.) Man schneidet diesen Pflock, nachdem er verloren angetrieben ist, in einer schicklichen Entfernung ab, und treibt ihn nun mit einem hölzernen Schlägel bis in die Zubrüstung des Bohrlochs. Um den Pflock aber noch mehr zu befestigen, wird er mit hölzernen Keilen verzwickt, die man ringsum zwischen dem Holz und dem Gestein eintreibt, und nur da einen freien Raum läßt, wo die in dem Pflock eingeschnittene Zündrinne ausmündet.

Wegen der vielfachen Mängel, die dieses Verfahren mit sich bringt, hat man auch zu Rio diese Methode verworfen, und seit einigen Jahren der Letten- und der lokkern Sandbesetzung den Vorzug gegeben. Der Schießpflock leistete selten so vielen Widerstand, daß das vorgegebene Gestein bis auf den Boden des Bohrloches weggerissen wurde, gewöhnlich hob der Schuß nur halb ab. Aber nicht allein der geringe Widerstand, welcher dem Pulver bei solcher Holzbesetzung entgegengestellt wird, sondern auch der Nachtheil, daß ein solches mit Holz besetztes Bohrloch, wenn der Schuß versagt, nicht wieder aufgebohrt und von neuem besetzt werden kann, mithin Mühe und Pulver verloren sind, hat Veranlassung gegeben, diese Methode allgemein abzuschaffen.

2. Die Besetzung mit Letten, oder die Lettenbesetzung, folgte auch der Zeit nach auf die Holzbesetzung, und

*) Journal des Mines, 1812. No. 181.

und ist jetzt beim Grubenbau fast allgemein in Anwendung. Statt des Holzpflockes werden nämlich Thon, Lehm, kleine Gesteinstücke, besonders Gips, Kalkstein, Schwerspath — im Allgemeinen trocken, oder doch wenig feucht, nur mit einer später bemerkten Ausnahme —, auf das Pulver mittelst des Stampfers festgestoßen, und nur eine kleine Röhre in dieser Besatzmasse zur Entzündung der Ladung gelassen.

Das mit unwesentlichen Abänderungen statt findende Verfahren bei der sogenannten Lettenbesetzung ist folgendes: Man trocknet das abgebohrte Loch mit einem Lumpen, oder, wie zu Riegelsdorf, mit trocknen Thon-Wulchern aus. Häufig bohrt man auch den letzten, oder die letzten Zolle trocken, um auf diese Weise mit dem Bohrmehl alle Feuchtigkeit aus dem Bohrloche herauszubringen. Die Patrone wird dann, nachdem sie an die Räumnadel gesteckt worden ist *), in das Bohrloch eingeführt, und bis auf den Boden hinunter gestoßen. Darauf füllt man die ersten Zolle der Besatzmasse nur locker auf die Patrone und um die in der Patrone noch steckende Räumnadel. Die alsdann folgenden Schichten der Besetzung werden immer fester und fester mit dem Stampfer und mittelst des Fäustels aufgetrieben, bis das Bohrloch endlich bis zur Bohrlochszubrüstung gefüllt ist. Man bestreicht nun die Oberfläche der Besetzung mit ziemlich fettem und nassem Letten, damit beim Herausziehen der Räumnadel nicht etwas von der scharfen Kante des Zündkanals in denselben hineinfallen und das Versagen des Schusses veranlassen kann. Die Nadel wird beim Anstecken an die Patrone mit etwas Oel oder Talg bestrichen, und häufig bei der Arbeit gedrehet, damit sie sich bei Beendigung der Besetzung leicht herausziehen lasse. Die ersten Schichten der Besetzung werden aber deshalb locker aufgesetzt, damit man das Pulver nicht

---

*) Die Patrone mit dem eingebundenen Zündröhrchen einzuführen, ist jetzt weniger als ehemals im Gebrauch. H.

zerdrücke, die Patrone nicht zerreiße, und so zum Feuchtwerden des Pulvers Anlaß gebe.

Ob das zerkleinte Pulver weniger wirke, als wenn die Pulvermasse gekörnt ist, möchte erst durch Versuche ermittelt werden; doch hat das Puderpulver den entschiedenen Nachtheil, daß es leichter die Feuchtigkeit anziehet, und einen größern Raum einnimmt. Man muß solches daher absichtlich nie anwenden. Daß das sogenannte Pirschpulver zu schnell sich entlade, man mithin nur gröberes Pulver zur Gesteinsprengung mit Vortheil anwenden könne, dürfen wir als ungegründet verwerfen. Man wird aber das Pirschpulver gegen das sogenannte Grubenpulver deshalb nicht mit Vortheil anwenden können, weil es wegen des ganz gleichen und gewöhnlich geglätteten Kornes (was für unsere Benutzung von keinem Vortheil ist) in einem weit höhern Preise steht. Ob übrigens wegen des geringern räumlichen Umfanges des Pirschpulvers gegen das gewöhnliche Bergpulver, ungeachtet des höhern Preises des erstern, in einigen Fällen nicht ein ökonomischer Vortheil bei seiner Anwendung zur Sprengarbeit verbunden sein könnte, müssen Versuche entscheiden. Bei sehr festem Gestein kommt nämlich sehr viel darauf an, ob ein Zoll mehr oder weniger bei jedem Bohrloche abgebohrt werden muß. Es läßt sich in diesem Fall wohl denken, daß ein nicht zu bedeutend theureres und dabei specifisch schwereres Pulver, aus ökonomischen Rücksichten, wegen Ersparungen an Gezähen und Lohn, dem Grubenpulver vorzuziehen sei. Das aus den reinsten Materialien zusammengesetzte und dabei salpeterreichste Pulver verdient aber jederzeit den Vorzug.

Man wendet aber nicht allein reines, sondern an verschiedenen Orten Deutschlands auch, besonders mit Sägespänen, vermengtes Pulver zur Sprengarbeit an. Die ersten Versuche dieser Art wurden in Brasilien mit dem Mehl von der Wurzel der Jatropha manihot und mit

Sägespänen gemacht, und wurden im Jahre 1817 auch in Deutschland bekannt. Hier brachte man sie zuerst zu Tarnowitz in Oberschlesien, und darauf an vielen andern Orten in Anwendung, und zwar mit sehr verschiedenen Resultaten. Herr Bergmeister Thürnagel in Tarnowitz *) zieht aus einer Menge sorgfältiger, unter seiner Leitung angestellter, und aus verschiedenen andern Versuchen mit Gersten-, Hafer-, Buchweitzen- und Roggenspreu, mit Hornspänen, Röthe, Sägespänen, Lohe, Messingbohrspänen, Kolophonium, gebranntem Kalk ꝛc. folgende Resultate: a. Es scheint allerdings durch das Mengen des Pulvers mit Sägespänen eine Kraftverstärkung des erstern statt zu finden, doch ist diese keineswegs so groß, als anfänglich von Vielen, und von Herrn Thürnagel selbst geglaubt worden ist, solche ist zwar bemerkbar, doch wenig beträchtlich. — b. Die Ursache einer solchen Kraftverstärkung ist gewiß nicht den Dämpfen, welche durch Verbrennung der Sägespäne entstehen, zuzuschreiben. Die Gemenge von Hornspänen und Röthe, welche in dieser Hinsicht ungemein viel hätten leisten müssen, bewirkten nicht mehr, als Gemenge mit Messingbohrspänen, bei welchen von Dampfentwickelung gar nicht die Rede sein kann. — c. Es muß einen andern Grund geben für die ad 1. angeführte Erscheinung, und dürfte dieser theils in der raschern, durch die Sägespäne bewirkten Entzündung der ganzen Pulvermenge, theils und vorzüglich darin zu suchen sein, daß weniger Pulver, ohne zur Wirksamkeit zu kommen, mechanisch fortgerissen werden kann. — d. Auch des-

---

*) Karsten's Archiv Bd. VIII. S. 140. Andere wichtige Abhandlungen über diesen Gegenstand haben geliefert: Thürnagel in Karsten's Archiv I. a. 150. Derselbe, das. I. b. 96. Derselbe, das. II. a. 127. Blumhoff, das. 216. Schultz, das. II. b. 105. Mayer, das. IV. 125. Eichholz, das. V. 199. Selb, v. Moll's neue Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde. Bd. IV. S. 276.

H.

halb dürfte wohl das Mengen des Pulvers mit Sägespänen öfters nützlich sein, weil es die Patronenlänge vergrößert, welches bei tiefen Löchern in einem zerklüfteten Gestein nicht unerheblich ist, weil es bei unvorsichtigem Besetzen der Bohrlöcher das sonst statt findende Zusammenstampfen des Pulvers verhindert. — e. Die sehr beträchtliche jährliche Pulverersparung, welche an einzelnen Orten durch Einführung des Gemengepulvers erlangt wird, liegt beinahe einzig und allein darin, daß man die, für ein gewisses Gestein beim Sprengen desselben anzuwendende Pulvermenge richtiger erkennen gelernt hat. An vielen Orten ist früher offenbar dazu zu viel Pulver genommen worden. Hierin liegt klar und deutlich der Grund, warum die so verschiedentlich angestellten Versuche, mit Gemengepulver zu sprengen, so ganz verschiedene Resultate gegeben haben.

An einem Punkte, wo man es mit einem festen, im Ganzen sich gleich bleibenden Gestein zu thun hat, lernt der Bergmann durch Erfahrung sehr genau die zum Sprengen erforderlichen Pulvermengen kennen, und hier mußten die Versuche mißglücken; wogegen an andern Punkten, an welchen, des zerklüfteten, stets wechselnden Gesteins wegen, der Bergmann über das zu nehmende Pulvermaaß ungewiß ist, und, um sicherer zu gehen, und keinen Verlust an Arbeit, Zeit und Pulver zu erfahren, lieber etwas mehr Pulver nimmt als zu wenig, sich glückliche Resultate ergeben mußten, die durch locale Nebenumstände noch glücklicher erschienen. Dieß ist z. B. auf der so musterhaft betriebenen Friedrichsgrube bei Tarnowitz der Fall, die in einem sehr zerklüfteten Flötzkalkstein baut. Indem man daselbst, statt des reinen, gleich gemengtes Pulver täglich auszugeben anfing, und dadurch die Ausgabe um ein reichliches Drittel gegen früher verminderte, zwang man zugleich den weniger erfahrenen Arbeiter zu einer angemessenen Pulver-Verwendung, und beugte noch mehr den so nachtheili-

gen Pulver-Entwendungen vor. Auf diese Weise verschafft das Schießen mit gemengtem Pulver der Friedrichsgrube so große Vortheile, und wird deshalb sicher beibehalten werden, und ähnliche Verhältnisse dürften auch wohl an andern Orten ähnliche Resultate herbeigeführt haben oder herbeiführen. — f. Sägespäne endlich sind unter allen versuchten Substanzen am meisten zum Mengen mit Pulver geeignet, weil sie eine sehr gleichförmige Mengung zulassen, auch leicht zu haben sind. In ihrer Ermangelung würde indessen mit demselben Erfolge auch Roggenspreu angewendet werden können, die noch den Vortheil einer geringern Dampferzeugung verschafft, sich dagegen weniger gut mengt.

Wie schon im vorigen Abschnitte bemerkt wurde, bedient man sich jetzt fast durchgehends der kupfernen Räumnadeln, statt der früher in allgemeinem Gebrauch gewesenen eisernen, weil es weniger gefährlich ist, mit ihnen zu operiren. An einigen Orten hat man auch Räumnadeln von ausgekochtem jungen Ahornholz; allein ihrer großen Zerbrechlichkeit wegen können sie nicht überall angewendet werden. Daß die Bergleute die kupfernen Nadeln weniger gern als die eisernen gebrauchen, und deshalb mancherlei Schwierigkeiten machen, ehe sie sich zu ihrer Anwendung entschließen wollen, rührt daher, daß erstere sich leichter biegen und auch leichter zerbrechen. Hat sich die Nadel bei dem Besetzen gebogen, so ist es schwer, sie aus der Besetzung herauszuziehen, ohne die durch die Nadel gebildete Zündröhre zu beschädigen, in welchem Falle ein Versagen des Schusses zu befürchten ist. Häufiges Drehen der Nadel beim Besetzen beseitigt aber diesen Uebelstand vollkommen.

Das Pulver lose in die Löcher zu schütten, ist auch nicht mehr gebräuchlich; denn abgesehen, daß viel Pulver dadurch verzettelt wird, und daß es natürlich leichter Feuchtigkeit anziehet, so ist dabei die Gefahr der Entzündung

während der Besetzung auch sehr groß. Man bringt daher jetzt das Pulver fast überall in Patronen gefüllt in die Bohrlöcher.

Um jede Gefahr zu vermeiden, wird in Ungarn, im sächsischen Erzgebirge, zu Riegelsdorf in Hessen u. a. a. O. das Material zur Besetzung besonders vorbereitet. Man schlämmt das Besetzungsmaterial (gewöhnlich Lehm), arbeitet es mit den Händen sorgsam durch, um jedes gefahrbringende Quarzkörnchen auszuscheiden, trocknet diese Masse dann in Form von Nudeln (Walchern, Wulchern), und giebt sodann jedem Bergmann ein Quantum von dieser getrockneten Masse zur Besetzung mit in die Grube. Auf dem Harz bedient man sich theils des in den Wäschen ausgewaschenen Schwerspaths, der, etwas angefeuchtet, eine sehr bindende Besetzungsmasse giebt, theils aber auch der Grauwacke, oder überhaupt des weichsten mit einbrechenden Gesteins. Im Mansfeldischen wendet man häufig den Gips, oder vor dem Streb den Kupferschiefer und Berge an. Zur Sicherung, daß beim Besetzen, wenn die Besetzmasse Funken reißt, doch das Pulver in der Patrone nicht entzündet werde, setzt man auf dieselbe wohl einen Seilknoten, oder eine Pappenscheibe; auch scheint das Bestreichen der Nadeln mit Fett oder Oel die Gefahr zu vermindern, welche beim Herausziehen derselben, wenn diese nämlich noch aus Eisen bestehen, größer als beim Besetzen selbst ist. In Sachsen bedient man sich allgemein der Schießpflöcke, um diesen Zweck zu erreichen. Ein $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll langer Pflock von weichem Holze, der an der Seite eine Rinne hat, in welcher die Räumnadel liegt, wird nämlich vor der Lettenbesetzung erst auf die Patrone getrieben.

Zu der Lettenbesetzung ist füglich noch eine Art zu zählen, die man die weiche Lettenbesetzung nennen kann. Sie wurde zu Suhl bei Aussprengung des dortigen Raths-Felsen-Kellers, zur Vermeidung aller Gefahr, nebst hölzernen Räumnadeln und Stampfern, angewendet. Auf

das Pulver wird nasser Letten gedrückt, und auf diesen ein Schießpflock. Auch in Oberschlesien bedient man sich des nassen Lettens, jedoch eiserner und kupferner Gezähe.

3. Die Besetzung mit lockerem Sande, welche zu Anfang dieses Jahrhunderts erst bekannter geworden, und die sich durch Einfachheit und Gefahrlosigkeit empfiehlt, besteht darin, daß man völlig trocknen Sand, statt der festgeschlagenen Besetzung, auf die Patrone locker aufschüttet. Die Patrone wird mit einem gleich festgebundenen Zündröhrchen eingeführt, um einen Zündkanal zu erhalten. Schießt man mit losem Pulver, so wird der Zünder in das Pulver gesteckt, und nur der Sand (der, von gleichem Korn, eine größere Wirkung thun soll) locker eingefüllt. Man streicht, nachdem so die Besetzung beendigt ist, das Bohrloch oben um den Zünder mit nassem Letten aus, was aber keinen Nutzen hat. Ob man aber das Pulver in Patronen, oder lose anwenden solle, und ob dabei ein bedeutender Unterschied statt finde, darüber fehlt es noch an zuverlässigen Versuchen. Ob die Wirkung des Pulvers bei der Sandbesetzung eben so groß sei, wie bei der Lettenbesetzung, ist ebenfalls eine noch nicht entschiedene Frage, und es bedarf noch vielfältiger Versuche, ehe man zu sichern Resultaten gelangen wird. Die in Sachsen angestellten Versuche haben ergeben, daß diese Besetzungsart, in Bezug auf die Wirkung des Pulvers, der Lettenbesetzung nachsteht. Die von dem verewigten Gilbert am Harz und zu Rothenburg angestellten Versuche haben auch nicht die glänzendsten Resultate geliefert. Die große Straße über den Simplom und Bernhard hat man mit Anwendung dieser Methode in einem flaserigen Granit ausgeschossen, und will durch dieselbe große ökonomische Vortheile erlangt haben. — Beim Grubenbau wird sie immer nur als Ausnahme, nämlich da, wo kein feuchter Sand anwendbar ist, mithin nur auf ganz trocknen Bauen und nur bei fast seiger stehenden Bohrlöchern, angewendet werden können.

Die Erklärungen, wie der lockere Sand vermögend sei, dem Pulver zu widerstehen, und warum er nicht, gleich dem Schrot in dem Gewehr, herausgetrieben werde, sind sehr verschieden. Nach Einigen, und dieß scheint die Mehrzahl zu sein, ist der Widerstand aus einem Gesetz der Physik zu erklären, welchem zufolge der Stoß in einer Reihe halb elastischer kleiner Körper sich nur langsam fortpflanzen kann. Das Pulver theilt bei seiner Entzündung den zunächst liegenden Sandkörnchen seine Wirkung mit; weil diese aber eine Menge von kleinen Intervallen zwischen sich lassen, so kann sich dieser Anstoß nicht mit der Geschwindigkeit bis zur Mündung des Bohrloches fortpflanzen, mit welcher der Schuß schon geworfen hat. Für diese Meinung und Erklärungsart sprechen sehr viel Umstände, besonders aber die Erfahrung, daß der feuchte oder nasse Sand durchaus keine Wirkung thut, sondern gleich herausgeblasen wird, daß der allerfeinste Sand mehr leistet, als gröberer, und daß die mehr oder weniger elastischen Körper mehr oder weniger, nach den verschiedenen Graden ihrer Elasticität, wirken.

Eine zweite sehr sinnreiche Erklärungsart ist folgende: In der lockern Masse entsteht, bei der Zündung des Pulvers, ein Druck nach der Achse des Bohrlochs. Diese Richtung der Kraftäußerung wird aber, schon von der untersten Sandschicht an, zerspalten und verändert. Die Ungleichheit der Körner, und die verschiedenen Punkte, in denen sie sich deshalb berühren, ist Ursache hievon; sie bewirkt, daß die Kraftstrahlen von ihrer ersten Richtung, parallel der Bohrlochsachse, abgewiesen, und größtentheils nach den Wänden desselben gerichtet werden. Das Pulver ist daher nicht eher im Stande, den Sand herauszuwerfen, als bis der größte Theil der Sandkörner zerdrückt ist, welche, durch die verschiedene und zerspaltene Richtung der ihnen bei der Entzündung des Pulvers mitgetheilten

Kraft veranlaßt, sich in einander schieben und Gewölbe bilden, die sich gegen die Bohrlochswände anstämmen.

Eine dritte Erklärungsart ist auf die Elasticität und den Widerstand der Luft, bei der plötzlichen Entzündung des Pulvers gegründet. Die große Geschwindigkeit, mit welcher die Besatzmasse im Augenblick der Entzündung gegen die Luft gedrückt wird, sieht man als Ursache des großen Widerstandes an, welcher auf die Wände des Bohrlochs reagirt und den Felsen sprengt. Diese Wirkung des Pulvers soll bei der Sandbesetzung dadurch noch ungemein vermehrt werden, daß das Pulver mit einem größern Luftraum, als bei der fest aufgesetzten Lettenbesetzung, in freier Gemeinschaft stehe. Es ist nämlich eine bekannte Erfahrung, daß ein Luftraum zwischen der Patrone und der Besetzung, oder auch unter der Patrone, die Wirksamkeit des Pulvers sehr verstärkt. Diesen Raum bei Besetzung der Bohrlöcher zu bilden, hat man auf vielerlei Weise versucht. Bei der Sandbesetzung würde es erst noch zu entscheiden sein, ob die Räume zwischen der locker eingefüllten Masse hinreichend seien, oder ob auch hier ein besonders gebildeter Luftraum die Wirkung verstärke. Bei der gewöhnlichen Lettenbesetzung bildet man dadurch einen Raum, daß man die ersten Schichten und Gesteinstückchen nur locker auffetzt. In Freiberg trieb man sonst, um einen Raum über dem Pulver zu erhalten, einen Schießpflock bis zu einer gewissen Entfernung von der Patrone in das Bohrloch, und setzte auf diesen erst die gewöhnliche Lettenbesetzung.

In den Kupferbergwerken zu Röras in Norwegen bringt man den Luftraum unter der Patrone dadurch zuwege, daß man nach dem Abbohren und vor dem Einführen der Patrone einen Kegel, der den Durchschnitt des Bohrlochs zur Grundfläche hat, mit der Spitze fest auf den Boden des Bohrloches setzt. Die Patrone wird auf diesen Pfropfen gesetzt und mit Letten besetzt.

4. Das Besetzen mit Wasser endlich ist eine auf wassernöthigen Punkten zufällig gemachte Erfahrung. Man fand nämlich, daß das Pulver in der Patrone, wenn es in das mit Wasser gefüllte Bohrloch getaucht und unter demselben entzündet ward, auf ähnliche Art, wie unter einer andern Besetzung, wenn auch bedeutend schwächer, auf die Sprengung des Gesteins einwirke. Absichtlich wendet man, der geringern Wirkung wegen, die Wasserbesetzung nicht an; in solchen Fällen aber, wo es nicht möglich ist, die Bohrlöcher trocken und wasserleer zu halten, ist diese Methode eine willkommene Aushülfe. Man bedient sich der blechernen, der hölzernen, oder der gepichten papiernen Patronen, an welchen das Zündröhrchen, ebenfalls von Blech oder Holz, gleich angebunden ist. In das abgebohrte Loch wird eine dergleichen Patrone, indem man sie bei dem Zündröhrchen hält, eingeführt und bis auf den Boden hinuntergedrückt, wobei die obere Mündung des Zündröhrchens über dem Wasser hervorragt. Damit die Patrone nicht durch das Wasser gehoben werden könne, befestigt man sie mit zwischengesteckten Holzspänchen, mit Gesteinstückchen, mit Rasen, oder mit einem ausgestopften Lumpen, und giebt nun Feuer.

Das Wegthun des Schusses ist das letzte Geschäft bei dem Bohr- und Schießprozeß. Das in dem Bohrloche befindliche Pulver läßt sich auf mehrere Arten anzünden. Die Aufgabe dabei ist, die sichere Zündung des Pulvers auf die wohlfeilste Weise zu bewirken, ohne durch eine zu große Zündöffnung die Wirkung der Ladung zu sehr zu schwächen. Dieß sowohl, als die volle Sicherung des die Zündung besorgenden Arbeiters, muß berücksichtigt, und danach die mindere oder größere Vollkommenheit beurtheilt werden. Man hat folgende Arten der Zündung:

a. Durch Röhrchen von Schilf, von Hollunder, von Haselnußruthen, von Stroh u. s. w., welche entweder gleich an der Patrone festgebunden in das Bohrloch

vor der Besetzung eingeführt werden, und um welche dann die Besetzung, ohne daß man eine Nadel gebraucht *), festgestampft wird; oder man bringt diese Röhrchen nach der Besetzung in die durch die Nadel gebildete Zündröhre. Diese Röhrchen sind entweder mit feinem Pirschpulver, oder auch mit Puderpulver gefüllt, oder sie sind mit einem Teige von Pulver und Branntwein ausgestrichen. Von dieser Art der Zündung ist die mit einem Strohhalm jetzt noch am meisten im Gebrauch. Man wählt dazu einen möglichst langen Halmschuß, schneidet aber nur den Knoten weg, so daß der Halm an dem andern Ende verschlossen bleibt. Damit das Pulver indeß leicht durchschlagen und zünden könne, schabt man die Wände des Strohhalms gleich über dem Knoten möglichst dünn, füllt nun den Halm mit Pulver, zieht dann die Räumnadel, welche mit der Spitze in der Ladung sitzt, aus der Besetzung heraus, und schiebt an deren Stelle den Halm so weit als möglich mit dem dünngeschabten Ende in die Zündröhre hinein. Nur beim Schießen mit Sandbesetzung kann man den Strohhalm gleich mit der Patrone einführen; die beste Lettenbesetzung erlaubt dieß aber, wegen der Zerbrechlichkeit des Strohhalms, nicht. In allen Fällen wird das Röhrchen, wenn es mit Pulver gefüllt ist, mit Letten zugeklebt, damit das Pulver beim Wenden und Drehen nicht heraus-, und ein fremder Körper auch nicht in das Röhrchen hineinfallen könne. Ist man dann bis zum Aufsetzen des Schwefelmännchens fertig, so wird der Letten erst weggenommen. Gewöhnlich läßt man aber das Röhrchen aus der Besetzung heraussehen, und schneidet dasselbe unter dem Letten im frischen Pulver ab.

---

*) In dem später noch erwähnten Falle, wo man den Zünder in ein Röhrchen steckt, steckt man auch während der Besetzung die Nadel in das Röhrchen, um es vor dem Zerdrücken zu bewahren; dieß ist aber nur als Ausnahme zu betrachten.

b. Eine zweite Art der Zündung geschieht mittelst der Lunte. Man hat nämlich mit Pulvermasse bestrichene Ruthen, Binsen, Holzspäne ꝛc., welche man in die durch die Nadel gebildete Zündröhre steckt. Oefters muß man auch, wenn es naß ist, und dadurch ein Versagen des Schusses zu besorgen wäre, diese Lunten noch mit einem Röhrchen umgeben.

c. Eine dritte Art der Zündung ist mittelst der sogenannten Raketchen. Kleine, sehr spitze Papierdüten werden mit Pulvermasse ausgestrichen und getrocknet. Diese Raketchen schiebt man, wenn der Schuß weggethan werden soll, 3 bis 4 Zoll in die Zündröhre hinein. Obgleich das Pulver in der Patrone hier mit dem Pulver im Zünder nicht in unmittelbarer Berührung steht, so ist ein Versagen des Schusses doch sehr selten. Weil nun außerdem die Raketchen sehr leicht anzufertigen sind, sich gut aufbewahren lassen, und den großen Vortheil gewähren, daß, wenn ein Schuß versagt, leicht ein neuer Zünder aufgesetzt werden kann, so hat man diese Art der Zündung auch an sehr vielen Orten eingeführt. Was diese Zündmethode noch besonders empfiehlt, ist der Umstand, daß das Raketchen in den Fällen ganz gut wirkt, wo das Bohrloch über sich siehet: in solchen Fällen also, wo die Anwendung der mit Kornpulver gefüllten Röhrchen manches Hinderniß hat. Bei der Sandbesetzung sind die Raketchen aber natürlich gar nicht zu gebrauchen.

An diese Lunten, Raketchen oder Röhrchen klebt man nun noch ein sogenanntes Schwefelmännchen, weil, wenn man diese Pulverzünder unmittelbar anbrennen wollte, der Arbeiter nicht Zeit genug haben würde, von der Arbeit zu fahren und sich zu sichern. Ein starker Schwefelfaden, der öfters doppelt genommen wird, damit er Steifigkeit genug erhalte, sich in jeder ihm gegebenen Richtung zu halten, wenn er auch nur an einem Ende aufgeklebt ist, und oft 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll frei steht, wird über dem Lichte

gebähet, d. h. alle Rauhigkeiten und Fädchen, aller Mehlschwefel ꝛc., wodurch zum ungleichen Abbrennen und Ueberschlagen der Flamme Anlaß gegeben werden könnte, werden über dem Lichte abgesengt. Durch dieses Bähen oder Erweichen wird dem Schwefel eine glatte Oberfläche gegeben, auch werden dadurch die eingebrochenen Stellen wieder angeschmolzen, und überhaupt dem Schwefelfaden dadurch mehr Steifigkeit mitgetheilt. Mit dem einen Ende, an welchem man den Schwefel schmelzen läßt, ohne ihn zum eigentlichen Brennen kommen zu lassen, wird das Schwefelmännchen aufgeklebt, oder in eine Spalte des Röhrchens geklemmt (bei den Lunten auch wohl erst mehrere Male um dieselbe herum gewunden), und so in unmittelbare Berührung mit dem Zündpulver gebracht, wobei man dem frei stehenden Ende immer eine aufwärts stehende Richtung giebt, damit der hierauf angesteckte Schwefel langsam fortbrenne, und dem Arbeiter Zeit lasse, von der Arbeit zu fahren. Nachdem ein sicherer Ort für den Arbeiter näher oder ferner ist, wird ein kürzeres oder längeres Schwefelmännchen aufgesetzt. In den Fällen, wo mehrere Schüsse vor einer Arbeit gleichzeitig weggethan werden sollen, müssen die Schwefelmännchen bei den zuerst anzusteckenden Schüssen auch länger, jedoch wo möglich nur so lang gemacht werden, daß alle Schüsse gleichzeitig losgehen, weil sonst bei der Explosion der erstern leicht die Flamme der übrigen Schwefelmännchen ausgelöscht werden würde.

Die Zündung durch faules Holz, oder durch Zündschwamm, ist eine sehr schlechte Methode, die auch nur an wenigen Orten statt findet.

Sehr zu empfehlen ist für die Bohrhäuer ein in Fig. 17. Taf. IV. dargestelltes Futteral von Weißblech, das aus drei an einander gelötheten Büchsen besteht, die jede mittelst eines mit einem Charnier versehenen Deckels verschlossen werden können. In die größte kann man vier Patro-

nen, in die zweite die Zündröhrchen oder Raketchen, und in die dritte die Schwefelmännchen stecken. Auf diese Weise kann jeder Bergmann leicht die zu einer Schicht erforderlichen Schießmaterialien mit sich führen, ohne befürchten zu müssen, daß sie naß und unbrauchbar werden.

Obgleich es nur sehr selten der Fall ist, daß man in Bergwerken unter dem Wasser sprengen muß, so können doch Umstände vorkommen, unter denen es nöthig wird. — Ist das zu zersprengende Gestein nur vier oder fünf Fuß mit Wasser bedeckt, so bohrt man das Bohrloch wie gewöhnlich ab, führt dann eine Büchse von Weißblech hinein, die lang genug ist, daß sie über die Oberfläche des Wassers reicht, und in diese eine mehr oder minder starke Patrone, besetzt diese wie gewöhnlich bis zu der Höhe, welche mit der Oeffnung des Bohrlochs correspondirt, und thut den Schuß mittelst eines Röhrchens weg.

Stehen nur einige Zolle über dem zu sprengenden Gestein, so kann man verpichte Patronen und aus Schilf angefertigte, ebenfalls ausgepichte Zündröhrchen anwenden. Die Patrone wird mit Papier oder Leinwand umgeben.

Das Sprengen in großer Tiefe unter dem Wasser geschieht nur bei Klippen, Riffen ꝛc., erfordert ganz andere Vorrichtungen, und kommt beim Bergbau nie vor.

Zum weitern Studium dieses so wichtigen Abschnittes der Bergbaukunde sind folgende Abhandlungen und Schriften zu empfehlen:

Werner, über die verschiedenen Grade der Gesteinsfestigkeit ꝛc., bergmännisches Journal. 1. Bd. S. 4 ꝛc.

v. Baader, Versuch einer Theorie der Sprengarbeit, daselbst, 5. Jahrg. Bd. 1. S. 193 ꝛc.

Derselbe, zur Geschichte der Sprengarbeit in Sachsen, daselbst, 3. Jahrg. 2. Bd. S. 539 ꝛc.

Derselbe, über die Sprengarbeit mit Luftbesetzung, in

v. Moll's Annalen der Berg- und Hüttenkunde. 1. Bd. 2. Lief. S. 119.

Schroll, Beitrag zur Kunst und Wirthschaft der Arbeit auf dem Gestein, daselbst, Bd. 1. Lief. 1. S. 61 ꝛc. Lief. 2. S. 1 ꝛc.

Gilbert, Uebersicht der Besetzungsarten der Schüsse, in dessen Annalen der Physik. Bd. XXIV. S. 55 ꝛc. S. 314 ꝛc.

Zusammenstellung der verschiedenen Gestein-Spreng-Methoden mittelst des Pulvers, deren man sich, seit Anwendung des Schießpulvers, zu diesem Zwecke an verschiedenen Orten bedient hat und noch bedient. Karsten's Archiv II. a. S. 1 ꝛc.

Ueber das Gesteinsprengen unter dem Wasser: Baillet, Journal des Mines. No. 56.

Delius Bergbaukunst. I. §. 160 ꝛc.

Ueber das Feuersetzen:

Delius a. a. O. I. §. 204 ꝛc.

Freiesleben's Bemerkungen über den Harz. Leipzig, 1795. I. S. 330. 451 ꝛc.

H. de Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Ausgabe. II. S. 288 ꝛc.

Manès, Mémoires géolog. et métallurgiques sur l'Allemagne. Paris, 1828. p. 42 etc.

Dritter Abschnitt.

Von den Fahrten, Treppen und andern Mitteln, um in die Gruben hinabzufahren.

Unter den verschiedenen Mitteln, in die Schachte hinabzusteigen, oder, wie der Bergmann sagt, hinabzufahren, gebe ich unbedingt den Leitern oder Fahrten den Vorzug, weil sie meiner Meinung nach die größte Sicherheit gewähren.

Die Fahrten sind seiger, wenn sie in seigern Schachten befindlich sind. Man befestigt sie mittelst Haken oder Hespen an der Zimmerung; die Fahrschenkel sind im Querschnitt länglich viereckig, die Sprossen platt und stets von hartem Holz. Jede Fahrt ist 10 Fuß lang, und gewöhnlich befestigt man drei in einer Richtung an einander, und von 30 zu 30 Fuß bringt man sogenannte Ruhebühnen, kleine Böden von Brettern an, welche mit einer Oeffnung versehen sind, die gerade groß genug ist, daß ein Mensch hindurch kommen kann. Sie dienen den Fahrenden zur Ruhe, und erlauben, daß die Bergleute in einem Schacht zugleich ein- und ausfahren können. Am Harze sind die Ruhebühnen ungefähr $3\frac{1}{2}$ Lachter ($23\frac{1}{3}$ Fuß) von einander entfernt, und die Fahrten bestehen auf dieser Länge gewöhnlich aus einem Stück; in Sachsen beträgt die Entfernung der Ruhebühnen von einander 24 Fuß, jedoch fertigt man gewöhnlich nur Fahrten von 12 Fuß Länge an.

Die Fahrten nutzen sich sehr schnell ab, da die Bergleute gewöhnlich mit eisernen Nägeln versehene Schuhe tragen, aus welchem Grunde man denn auch in verschiedenen Bergwerken Englands, so wie auch zu Fahlun in Schweden, eiserne Fahrten angewendet hat. Ich habe sie auch versucht, aber wieder weggenommen, da sie einen sehr hohen Kältegrad annehmen und sich zu leicht mit Eis überziehen, besonders wenn sie in Wetterschachten befindlich sind, in denen ein starker Wetterzug statt findet. Sprossen von Eichenholz sind hart genug, und brauchen nicht oft ausgewechselt zu werden.

Sehr unbequem sind die Fahrten, welche nur aus einem Schenkel bestehen, durch welchen die Sprossen durchgesteckt sind, so daß sie auf beiden Seiten vorstehen.

Man befestigt diese Fahrten mit eisernen Bolzen an einander, und hängt sie mittelst Ketten oder Seile oben an der Schachtöffnung fest, so daß sie übrigens durch nichts

gehalten werden, und daß sie beim Fahren hin und her schwanken.

Der Drei-Königsschacht der Queckſilbergrube zu Fahlberg in der Pfalz war, als ich ihn im Jahr 1809 befuhr, mit einer solchen Fahrt versehen, obgleich er eine Tiefe von 700 Fuß hatte.

Treppen sind nur in flachen und weiten Schachten im Gebrauch. Man haut die Stufen in das Gestein, wenn dieß fest genug ist, oder man macht sie von Holz. Man findet sie z. B. in den Steinkohlen-Bergwerken des Aveyron, in den Braunkohlengruben der Provence, woselbst eine von 400 Stufen angetroffen wird, in denen von Valcovargne in Italien; ferner in dem Siegenschen Stahlberg, zu Fahlun in Schweden, wo eine von 300 Fuß Länge vorhanden; zu Idria, die überwölbt ist, und bis zu dem tiefsten Punkte der Baue niedergeht; im steyerschen Erzberge; zu Wieliczka, wo unter andern auch eine ist, auf der blos die, das berühmte Steinsalzbergwerk besuchenden, vornehmen Personen hinab- und heraufsteigen. Sind die Treppen etwas steil, so wird auf der einen Seite von oben bis unten eine Kette ausgespannt, welche zum Anhalten dient.

Eine andere Fahrmethode ist in den östreichschen und baierschen Steinsalzbergwerken, auch zu Wieliczka und bei manchen Bruch- und Pingenbauen in Gebrauch. Sie besteht aus geneigten Ebenen, sogenannten Rollen, von glatten Balken gebildet, auf welchen man sitzend hinabgleitet. Das Fallen der Rollen beträgt 25 bis 45°. An der einen Seite ist ein Seil zum Anhalten straff ausgespannt, und von Zeit zu Zeit eine Ruhebühne angebracht. Das Einfahren wird auf diese Weise sehr rasch bewerkstelligt *).

---

*) Siehe Fig. 6. Taf. 3. in v. Moll's Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde. Bd. I.

Die schlechteste von allen Fahrmethoden ist das Hinunter- und Heraufziehen der Anfahrenden in den Kübeln, Tonnen, oder in Sesseln, oder indem man einen Stock zwischen die Beine steckt, weil diese die wenigste Sicherheit und eine große Menge von Unbequemlichkeiten zeigt. Wenn man kein anderes Mittel hat, aus der Grube auszufahren, und es entsteht ein Vorfall, welcher alle Arbeiter die Grube zu verlassen nöthigt, so stürzen sie alle nach dem Kübel, hängen sich alle daran, und die schwächsten und die zuletzt angelangten müssen warten, bis die eine Tonne hinaufgegangen und die andere wieder heruntergekommen ist. Die Verwirrung läßt die Arbeiter, welche die Pferde oder die Maschine des Göpels leiten, die Gegenwart des Geistes verlieren, und oft sind die Unglücklichen, welche nicht gleich heraufgezogen werden können, unrettbar verloren.

Hat man kein anderes Mittel, in die Schachten zu fahren, so kann es der Fall sein, daß, wenn man böse Wetter trifft, man kein Zeichen geben kann, um aufwärts gezogen zu werden, und dann den Einwirkungen der erstickenden Luft ausgesetzt wird.

Läßt man nun auch alle diese Unglücksfälle außer Betracht, die dennoch durch Reißen der Seile, durch das Wildwerden der Göpelpferde, durch die Unachtsamkeit der Treibeleute ꝛc. herbeigeführt werden, so ist es doch gewiß, daß die Häuer, welche einen Schacht absinken, und die nicht eher aufgezogen werden können, bis sie den Schuß angesteckt haben, durch denselben großen Schaden nehmen können, wenn die Maschine oder die Pferde nicht auf das erste Zeichen in Bewegung gesetzt werden.

Ich rathe daher, nie anders einen Schacht abzusinken, als dabei gute Fahrten vorzurichten, und sie in gutem Stande zu erhalten, mittelst deren dann die Bergarbeiter ein- und ausfahren. Auf Fahrten können sich hundert Bergleute auf einmal retten, in und auf dem Kübel höchstens zehn.

In den Bergwerken der mittlern Grafschaften Englands, zu Dudley, Sheffield, Manchester, Newcastle ꝛc., fahren die Bergleute mittelst Tonnen in und aus den Schachten. In den metallischen Bergwerken von Cornwall, Derbyshire, Devonshire ꝛc. dagegen bedienen sie sich der Fahrten, die in Schachten befindlich sind, welche gewöhnlich alten Bauen angehören. Auch giebt es Gruben, in welche die Directoren und die obern Beamten, in Sesseln, oder rittlings auf mit Steigbügeln versehenen Sätteln, die an dem Seil der Förderungsmaschine hängen, in die Schachte hinabfahren. Jedoch ist dieß eine sehr schlechte Methode, denn die Beamten können bei dieser Gelegenheit, da sie allein sind, ihre Bemerkungen dem Geschwornen ꝛc. nicht sogleich mittheilen.

In den Steinkohlenbergwerken von Anzin, im nördlichen Frankreich, wo die Schachte 600 bis 1500 Fuß tief sind, ist es jetzt den Arbeitern verboten, in den Tonnen ein- und auszufahren, sie müssen sich vielmehr der Fahrten bedienen, und damit sie sich von ihrer Kindheit an daran gewöhnen, läßt man die, die Freischulen jener trefflichen Werke besuchenden, Knaben Fahrten herauf und hinunter steigen. —

Wir haben nun in dem Vorhergehenden die entfernten und die nahen, die ungewissen und die sichern Anzeigen von dem Dasein nutzbarer Mineralien im Schooß der Erde angegeben, ferner ihr verschiedenartiges Vorkommen, die Veränderungen, denen sie unterworfen sind, beschrieben, und den Gang bezeichnet, den man befolgen müsse, um die Oberfläche einer Gegend, in welcher man das Vorhandensein von nutzbaren Mineralien vermuthet, zu untersuchen; demnächst haben wir die verschiedenen Versuchsarbeiten aufgeführt, alle Grade der Gesteinsfestigkeiten untersucht, die Gezähe und Häuerarbeiten, und dadurch die Mittel angegeben, um die unterirdischen Wege zu bahnen, mittelst deren man zur Untersuchung der kost-

barsten, der seltensten, oder der nützlichsten Mineralien gelangen kann.

Wir sind daher zu dem Punkt gekommen, um nun den eigentlichen Abbau zu beginnen, und es ist alsdann weiter nichts erforderlich, um mit den wohlfeilsten und gefahrlosesten Mitteln die gewonnenen Mineralien zu Tage zu fördern. Der Abbau ist es nun, mit dem wir uns in den übrigen Abschnitten dieses Hauptstücks beschäftigen wollen.

Vierter Abschnitt.

Von dem Betriebe der Torfgräbereien.

Der Hauptzweck, den man zu erreichen, und die verschiedenen Bedingungen, die man zu erfüllen suchen muß, wenn man in einem noch unangegriffenem Torfmoor eine Gräberei vorrichten will, bestehen darin, daß man daraus die möglichst größte Torfmenge mit der möglichst größten Ersparniß, und unter kluger Berücksichtigung des Oertlichen, zu gewinnen suche; daß man so wenig als möglich den Werth des Bodens und dessen, was auf demselben befindlich ist, vermindere; daß man sowohl für den Augenblick als auch für die Zukunft Wasserabfluß zu erlangen, und die Umgegend vor den großen Nachtheilen zu bewahren suche, welche große stehende Gewässer und Sümpfe mit sich führen.

Man erreicht diesen Zweck und erfüllt die verschiedenen Bedingungen, wenn man die Arbeiten an dem tiefsten Theile des Thales und an seinem untersten Ende beginnt; wenn man besondere Werkzeuge anwendet, welche die Gewinnung beschleunigen, und vor Allem, wenn man Gräben zieht, welche zugleich zu der Abtrocknung des Moo-

res und zu dem Transport des Torfes in eigends dazu bestimmten Kähnen dienen, und endlich, indem man alle Vertiefungen, mit denen es geschehen kann, mit allen dem Torfe fremdartigen Substanzen und mit dem unbrauchbaren, nicht verkäuflichen Torfe ausfüllt. Auf diese Weise gelangt man, indem man das Torfmoor in einzelne, von Gräben und Kanälen umgebene Felder abtheilt, dahin, nicht allein allen den Torf zu gewinnen, welcher trocken gelegt werden kann, sondern auch einen Theil von dem, welcher unter Wasser steht. Man fischt denselben mittelst verschiedener Maschinen aus, und indem das Wasser abläuft, wird er ebenfalls consistent.

Da es nun sehr wichtig ist, die möglichst größte Menge von den Theilchen des Brennmaterials in dem möglichst kleinsten Volum zu vereinigen, so benutzt man den weichen Zustand des Torfs, den man mit dem Spaten ausgestochen, oder den man ausgefischt hat, um ihn sehr stark in Formen zu pressen, oder auch, wenn er ein dünner Schlamm ist, ihn in Kasten zu werfen, die mit vielen Löchern versehen sind, und daraus Schichten zu bilden, die man mit Klopfhämmern, Rammen, oder durch Kneten mit den Füßen, dichter macht. Ist die weiche Substanz etwas fest geworden, so theilt man sie in parallelepipedische Stücke, deren Größe an verschiedenen Orten abweicht.

Nachdem der Torf, Stichtorf oder Preßtorf, in der Sonne getrocknet worden, so setzt man ihn in Schuppen in Haufen auf, wo er noch vollständig austrocknet. Da er sich leicht von selbst entzündet, so muß man es vermeiden, zu große Vorräthe davon in den Magazinen aufzuhäufen.

Man benutzt bei dem Betriebe der Torfgräbereien Spaten mit einer oder mit zwei Schneiden, die einen rechten Winkel mit einander bilden, und den Torf nach einer, oder sogleich nach zwei Richtungen zerschneiden, — eine Art

von Durchschlag, große durchbohrte Kästen, aus welchen das Wasser abläuft, Formen, Körbe, kleine Kähne, sogenannte Baggernetze zum Ausfischen des Torfes, und eine Menge anderer eigenthümlicher Werkzeuge; solche sind sehr wesentlich und tragen sehr viel zu dem guten Erfolge dieses Industriezweiges bei, der in einigen Theilen Hollands den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht hat. Dort ist das von Natur industriöse Volk durch seine topographische Lage genöthigt, stets mit den Gewässern zu kämpfen, und versteht es besser als jede andere Kunst, einen Abflußgraben zu eröffnen, einen Damm zu erheben, einen Kanal auszugraben, und alle die Operationen auszuführen, die man bei dem Betriebe der Torfmoore vorzunehmen genöthigt ist.

Die vorzüglichsten bekannten Torfmoore findet man in Holland, in Westphalen, in Hanover, in der Mark Brandenburg, in Preußen, in Schottland und Irland, in Frankreich in den Thälern der Somme, Meurthe und des Doubs. Ueberhaupt muß man die Bemerkung machen, daß dieses vegeto-mineralische Combustibil mehr in den nördlichen, als in den südlichen Ländern vorkommt.

Da es die Grenzen dieses Werks überschreiten würde, in das Specielle des Betriebs der Torfgräbereien einzugehen, so wird auf folgende Werke verwiesen:

Riem, Abhandlung vom gesammten Torfwesen. Dresden, 1794.

Däzel, über Torf, dessen Entstehung, Gewinnung und Nutzung. München, 1795.

Eiselen, Handbuch oder ausführliche Anleitung zur nähern Kenntniß des Torfwesens. 2. Aufl. 2 Bde. Berlin, 1802. 1811. — Dieses letztere Werk ist ganz praktischen Inhalts, und als praktisches Werk ohne Zweifel das beste.

Fünfter Abschnitt.

Von dem Betriebe der Steinbrüche (Steinbruchsbau) *).

Es giebt zwei Arten von Steinbrüchen, die offenen oder sogenannten Pingen- oder Tagebaue, und die unterirdischen Steinbrüche.

Der Betrieb der offenen Steinbrüche oder Pingenbaue erfordert, daß man das zu gewinnende Gestein von der es bedeckenden Dammerde und dem Alluvium befreit.

---

*) Es wird, ehe wir weiter gehen, erforderlich sein, einige Vorbemerkungen über die verschiedenen Arten der Grubenbaue zu machen, denen der Verfasser füglich einen eigenen Abschnitt hätte widmen sollen.

Die Grubenbaue, oder die verschiedenen Anlagen und unterirdischen Aushöhlungen, deren Bildung durch die Häuerarbeiten die Aufsuchung und Gewinnung nutzbarer Mineralien zum Zweck haben, sind,

I. ihrem Zweck nach:

1. Versuchsbaue. Es ist davon schon oben im ersten Hauptstück das Nöthige vorgetragen worden.

2. Abbaue. Sie werden in den nun folgenden Abschnitten näher betrachtet werden.

3. Hülfsbaue, alle diejenigen Baue, durch welche es möglich gemacht wird, daß die Abbaue bestehen können, und daß das Gewonnene gehörig zu Tage geschafft werde. Es gehören dahin die Stollen, Strecken, Schachte zur Vorrichtung, Förderung, Wasserhaltung, und zum Wetterwechsel, die Radstuben 2c.

II. Ihrer Gestalt nach:

1. Stollenförmige: Stollen, verschiedene Arten von Strecken, Röschen 2c.

2. Schachtförmige: Schachte, Lichtlöcher, Gesenke, Durchschnitte 2c.

3. Baue, die weder Stollen- nnch Schachtform haben: die Abbaue, Radstuben 2c.

Die Benennungen aller dieser Baue sind an verschiedenen Orten sehr verschieden, wie man im Verfolg des Textes sehen wird.

H.

Man greift sie am obern Theile an, transportirt den Schutt weit genug weg, damit er nie in den Bruch zurückfallen könne, und damit man sich nicht genöthigt sehe, ihn zum zweitenmale wegzuschaffen. Diese vorläufige und vorbereitende Operation, die auf einer großen, der Wichtigkeit und präsumirten Dauer des Steinbruchs proportionalen Oberfläche statt finden muß, nennt man das Aufdecken oder Abräumen, und fast immer sind die Steinbrüche deshalb in schlechtem Betriebe, weil man ihnen nicht genug Ausdehnung gegeben hat, und daher nicht so viel als möglich daraus ziehen kann.

Der größte Theil der Kalksteinbrüche, alle Sandgruben, eine große Menge von Bausteinbrüchen, alle Marmorbrüche, sehr viele Mühlensteinbrüche, die meisten Dachschieferbrüche, die Gipsbrüche ꝛc., werden offen oder durch Tage- oder Pingenbau gewonnen. Auch gehören hieher die Alaungrube von Tolfa, aus welcher der römische Alaun gewonnen wird, die Galmeigrube von Aachen, mehrere Eisensteingruben am Harz, in Schweden ꝛc.

Allgemeine Regeln für diese Art des Abbaues giebt es nicht; er ist nach der Beschaffenheit der zu gewinnenden Substanz, nach den örtlichen Verhältnissen, nach den Gebräuchen ꝛc. verschieden. So z. B.:

Jedesmal, wenn die Bänke oder Lagen, die man abbauen will, eine mittlere Mächtigkeit von 2 bis 3 Fuß haben, und wenn sie von denen, die ihnen zum Liegenden dienen, abgelös't sind, beginnt man damit, das zu gewinnende Lager oder Flötz abzuräumen, und macht alsdann auf der Oberfläche ein Eingewinne oder einen Schlitz, der tief genug ist, daß man kleine, breite, aus doppeltem Blech bestehende Keile hineintreiben könne, auf die man alsdann wechselsweise schlägt. Bald entsteht eine Spalte durch die ganze Mächtigkeit der Bank, und der Block lös't sich von der übrigen Masse ganz ab. Wenn das Lager gut abgeräumt worden, und man hat schon mehrere be-

deutende Massen eingewonnen, so wird der Betrieb leichter, und man kann alsdann sehr lange und sehr breite Blöcke losmachen, deren Mächtigkeit durch die des Lagers oder Flötzes selbst bestimmt ist, und diese von der Natur gegebene Dimension bezeichnet man mit dem Ausdruck des hohen und des niedrigen Blicks (haut et bas appareil). Man sieht leicht ein, daß es weit vortheilhafter ist, Bänke mit hohem Blick abzubauen.

Die meisten Steinbrüche von Paris, die unterirdisch sind, befinden sich in diesem Falle. Jede Bank hat eine bestimmte Mächtigkeit, weil sie von der, welche ihr Liegendes bildet, durch eine Schichtungskluft abgelös't ist, und man kann daher nur die Länge und die Breite der Kalksteinblöcke verschieden machen. Die Rauhsteine und die Bausteine kommen oft aus dem Schutt derselben Lager; oft gewinnt man sie aber auch mittelst der Keilhaue und der Brechstange in Steinbrüchen, deren Bänke nach allen Richtungen zerklüftet sind.

Der Betrieb mit Abschlitzen oder Abgerinnen findet auf Bänken von sehr großer Mächtigkeit, oder auf massiven Gesteinen, die keine deutliche Schichtung zeigen, statt; auch müssen die zu gewinnenden Blöcke auf fünf Seiten durch Schlitze oder auf eine andere Weise frei gemacht sein, ehe man sich der Fimmel bedienen, und sie von der Gebirgsmasse, auf welcher sie ruhen, losmachen kann. —

Der meiste Marmor wird auf diese Weise gewonnen. Wo es die Localität erlaubt, wendet man die Säge an, und zuweilen auch die Sprengarbeit. Dieses letztere Mittel hat jedoch den großen Nachtheil, daß es Veranlassung zu kleinen Sprüngen giebt, die für den Augenblick unbemerkbar sind, die aber sich aufthun, und endlich den Bruch der bearbeiteten Stücke herbeiführen. Man muß daher die Sprengarbeit in Marmorbrüchen, und vor allen in denen, wo Statüenmarmor gewonnen wird, nicht anwenden.

Die Dachschieferbrüche werden entweder durch Pingen- oder durch Grubenbau gewonnen.

Wegen der schiefrigen Textur der Felsart, aus welcher man die Dachschiefer macht, kann man nur fast ausschließlich die flachen Fimmel gebrauchen, besonders wenn man so glücklich ist, ebene Ablösungen zu finden, die man hin und wieder Fronten nennt. Oft ist man auch die Sprengarbeit anzuwenden genöthigt; jedoch geschieht dieß mehr bei Gewinnung der schlechten Schichten und um zu den guten zu gelangen, als zur Gewinnung dieser letztern selbst.

Vorzügliche Dachschiefer- und Tafelschieferbrüche findet man bei Goslar und Hüttenrode am Harz, im Thüringer Walde, am Platsberg in der Schweiz, bei Fumay und Chateau-Salm in den Ardennen, bei Angers und Charleville in Frankreich, bei Lavagna an der Küste von Genua ꝛc.

Die Gipsbrüche haben nichts Eigenthümliches, wenn man sie durch bloßen Abraum betreibt, und was die Sandgräbereien betrifft, so werden bei denselben blos die Hacke, die Schaufel, und ein Rätter oder Sieb zum Durchlassen angewendet. Ihre Wände müssen eine Böschung von 45° haben, um zu stehen, und um nicht das Nachstürzen der darüber liegenden Aecker herbeizuführen.

Die Mühlstein- und Schleifsteinbrüche werden gewöhnlich mit Abgerinnen betrieben. Bei den erstern besonders ist es gebräuchlich, sie auf der Stelle zu behauen, sie zu runden und ihnen die gehörige Dicke zu geben, ehe man sie loszumachen sucht, welches mittelst eines kreisförmigen Schlitzes, in welchen man sehr viele kleine, dünne und zusammengelegte Keile treibt, geschieht.

Bei den Pflastersteinbrüchen ist nichts Besonderes zu berücksichtigen, wenn es nicht die Geschicklichkeit ist, mit denen die Arbeiter den Steinen eine möglichst kubische Gestalt zu geben suchen müssen.

Sobald die zu gewinnenden Gesteinschichten ein starkes Fallen haben, sobald die darüber liegenden Schichten und der Schutt zu mächtig werden, oder das darüber liegende Terrain bewohnt ist, oder einen zu großen Werth hat, können die Steinbrüche nicht mehr durch offene oder Pingenbaue betrieben werden. Alsdann treibt man Weitungen und Strecken, zu welchen man mittelst seigerer Schachte, oder durch söhlige oder einfallende Strecken gelangt.

In diesen mehr oder minder großen Weitungen, denen man mittelst, von Distanz zu Distanz, in der zu gewinnenden Masse stehen gelassenen Pfeilern die gehörige Festigkeit giebt, führt man dieselben Arbeiten, wie in den offenen Steinbrüchen aus, je nachdem die Felsart in Schichten, in mächtigen Bänken, oder in gleichartigen Massen vorkommt.

Die Lehm-, Thon-, Kreide-, Mergel- und Ocher-Gruben, die Gipsgruben des Montmartre, die von Aix in der Provence, so wie viele andere, werden durch unterirdische, mehr oder minder große Baue betrieben. Die unterirdischen Steinbrüche unterscheiden sich daher von den Gruben und Gräbereien nur durch die Beschaffenheit der zu gewinnenden Substanzen, und besonders durch die Verschiedenheit ihres Werthes und ihrer Wichtigkeit; denn eben so, wie die Bausteine, werden Steinkohlen, Steinsalz und einige Eisenerze auch in Weitungen gewonnen, wie wir weiter unten sehen werden.

Nur selten wendet man in Steinbrüchen Zimmerung an, denn die Räume sind zu groß. Muß man ein brüchiges Dach, oder eine große Weitung unterstützen, so geschieht es durch aufgeführte Mauern, oder durch Pfeiler von Mauerwerk, die von der Sohle bis zum Dache reichen. Ist ein verlassener Steinbruch schlecht unterstützt, sind zu wenig oder zu schwache Pfeiler, und ist auf der Oberfläche kein Gebäude vorhanden, so nimmt man die

Pfeiler weg, oder zerstört sie durch Sprengen, worauf der Steinbruch einstürzt und die Gefahr gehoben wird.

Sehr oft entstehen auf diese Weise an der Oberfläche glocken- oder trichterförmige Einsenkungen, besonders bei Steinbrüchen mit großen Weitungen und mit horizontalem Dach. Es lös't sich dann erst eine Schicht los und sinkt nieder, welcher mehrere andere, und zuletzt die Dammerdeschicht selbst, folgen.

Zu den berühmtesten unterirdischen Steinbrüchen muß man die des St. Petersberges bei Mastricht, an den Ufern der Maas, zählen, deren Ausdehnung außerordentlich ist, und deren große Weitungen durch eine Menge von Pfeilern und durch Säulenreihen, die man von der Masse hat stehen lassen, unterstützt werden. In diesen Räumen können Wagen fahren, und einst fiel darin sogar, bei dem Schein der Fakkeln, ein Gefecht zwischen den Oestreichern und Franzosen vor, während man die darüber liegende St. Peters-Citadelle erstürmte. Ferner gehören hierher die Mühlsteinbrüche zwischen Mayen und dem Laacher-See am Rhein, die in einem ungeheuer mächtigen Strom von schwarzer poröser Lava betrieben werden; die von Volvic in Auvergne, aus denen man auch eine schwarze Lava gewinnt, die eine sehr ausgedehnte Anwendung hat; die Marmorbrüche der Umgegend von Namur ꝛc. Die Steinbrüche in der Gegend von Bordeaux sind sehr ausgedehnt und auch sehr alt. Die unter Paris und dessen Nachbarschaft befindlichen sind sowohl wegen ihrer großen Ausdehnung, als auch wegen der großen Planmäßigkeit, womit sie jetzt betrieben werden, berühmt. Ich könnte noch viele andere in Deutschland, Frankreich, England und Italien anführen, wenn dieß nicht weiter führte, als es die Grenzen dieses Werkes erlauben.

Nachdem die unterirdischen Steinbrüche die Baumaterialien zu vielen schönen Gebäuden und zu den größ-

ten Denkmälern, die unsere Städte zieren, geliefert haben, sind sie oft in Katakomben verwandelt worden.

Die ungeheuren Felsengewölbe, die in der libyschen Kette von Asou an bis nach Alexandrien in Aegypten, auf einer Strecke von 25 Lieues verbreitet sind, die noch die Mumien der alten Aegyptier, ihre Geräthe, Waffen, ihren Schmuck ꝛc. enthalten, und deren Wände mit Stuck, Malereien und Hieroglyphen bedeckt sind, waren früher Steinbrüche.

Die Katakomben Roms, in welche sich die ersten Christen verbargen, sind Steinbrüche, aus denen man die Puzzolane und einen Theil der Bausteine des alten Roms gewonnen hat.

Die Katakomben von Paris, in denen man die Gebeine von drei Generationen dieser großen Stadt aufbewahrt hat, bilden auch einen Theil der alten Steinbrüche, aus welchen die meisten Denkmäler der alten Lutetia erbauet worden sind.

Einige hierher gehörige wichtige Schriften und Aufsätze sind folgende:

Artaud, Voyage dans les Catacombes de Rome. Paris, 1810.

Héricart de Thury, Description des Catacombes de Paris etc. Paris 1815.

Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Ausgabe. II. S. 384 ꝛc.

Ueber die großen Pingenbaue in Schweden: Hausmann's Reise in Scandinavien. Bd. IV. S. 70. 286. 363. Bd. V. S. 96. 365. 383. — Meyer, Beiträge zur Kenntniß des Eisenhüttenwesens in Schweden. Berlin 1829. A. m. O.

v. Oeynhausen und v. Dechen, über den Betrieb der Dachschieferbrüche in der Umgegend von Fumay, und der Dach- und Wetschieferbrüche bei

Chateau-Salm. — Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. Bd. IX. S. 133.

Dieselben, über die Steinbrüche bei Falkenberg bis nach Mastricht, daselbst, Bd. XI. S. 200.

Dieselben, Bemerkungen über den Betrieb der Marmorbrüche in den Niederlanden; daselbst, Band XIII. S. 189.

Schulze, die Mühlsteinbrüche zwischen Mayen und dem Laacher See; daselbst, Bd. XVII. S. 386.

Sechster Abschnitt.

Von den Stockwerksbauen.

Der Betrieb der unterirdischen Steinbrüche führt uns ganz natürlich auf den Abbau der Erz- und Steinkohlen-Massen, der Stöcke und Stockwerke; denn wie schon im vorigen Abschnitt bemerkt wurde, unterscheiden sich jene von den Stockwerksbauen dadurch, daß mittelst dieser im Allgemeinen werthvollere Substanzen gewonnen werden. Man giebt diesen Räumen den Namen Grube, und nennt Steinbrüche diejenigen, aus denen man Gips, Mergel, Kalk, Marmor ꝛc. gewinnt, und wirklich sagt man auch in der Bergmannssprache nicht: eine Gips-, eine Marmor-, eine Kalkstein-Grube, sondern: einen Marmorbruch und eine Eisensteingrube, wenn letztere auch wirklich steinbruchsartig betrieben wird.

Der Stockwerksbau hat so viel Schwierigkeiten, und erfordert so viel Kunst und Klugheit, daß zu der Zeit der Wiedergeburt des französischen Bergwesens (1792) das Bergdirectorium eine Commission ernannte, und derselben den Auftrag ertheilte, über diesen wichtigen Gegenstand zu berichten. Die vier Mitglieder derselben, Baillet, Duhamel der Sohn, Laverrière und Blavier, entspra-

chen dem Willen der Regierung auf eine ausgezeichnete Weise, und legten ihr eine vollständige Arbeit *) vor, aus denen wir hier die meisten Grundsätze entnommen haben, nach denen man stets dann verfahren muß, wenn man ein sehr mächtiges Lager, eine Erzmasse, oder einen Stock von Erz oder Steinkohlen abzubauen hat.

Wenn es fast immer keine Schwierigkeiten verursacht, ein Lager oder einen Gang, dessen Mächtigkeit nicht mehr als ein Lachter beträgt, abzubauen, ihr Fallen sei übrigens welches es wolle, so ist es doch ganz anders, wenn die Mächtigkeit noch bedeutender ist. Die Schwierigkeiten sind alsdann in Menge vorhanden, sie nehmen, so zu sagen, mit der Mächtigkeit selbst, und oft noch in einer raschern Progression zu. Die Zimmerung wird dann weit kostbarer: man gebraucht mehr und stärkere Hölzer, diese geben früher oder später dem Druck des Hangenden oder des Daches nach; man wechselt sie aus, sie geben wieder nach; es finden häufige Brüche statt; die Baue stürzen zusammen, und Erze oder Kohlen gehen auf immer verloren, und man kann noch von Glück sagen, wenn die Bergleute nicht ein Opfer ihrer Kühnheit oder Unvorsichtigkeit werden.

Alle diese Hindernisse sind um so größer und um so mehr zu fürchten, je söhliger die Lager liegen, oder je geringer ihr Fallen ist, und je weniger Festigkeit Sohle und Dach haben.

Wenn aber die abzubauende Lagerstätte weder Lager noch Gang ist, wenn man weder Dach noch Sohle, um sich darauf zu stützen, hat, wenn sie eine unregelmäßige, stockförmige Masse ist, so zeigen sich neue Schwierigkeiten. Es ist alsdann nicht hinlänglich, die Stärke und die Menge der Hölzer, im Verhältniß des starken Drucks, der von oben nach unten oder seitwärts wirkt, einzurichten, weil

---

*) Mémoire sur l'exploitation des mines en masses ou en amas, Journal des Mines, No. 43. Tom. VIII.

man nichts Festes hat, worauf man sich stützt, und wodurch man Festigkeit des Ganzen erlangt. Man muß daher in der Masse des Erzes oder des Kohls selbst die Mittel suchen, den Weitungen, welche durch den Abbau entstehen, die gehörige Festigkeit zu verschaffen, und man muß auch solche Mittel anwenden, welche die Festigkeit der Baue mit dem möglichst wohlfeilsten und reinsten Abbau verbinden. Hierin besteht die ganze Kunst der Bergbauenden und der solche Werke leitenden Beamten.

Ehe wir in alle die Details eingehen, welche der Gegenstand erfordert, setzen wir mit allen erfahrenen Bergleuten als Hauptgrundsatz fest, daß jeder zweckmäßige Abbau von unten nach oben statt finden, d. h. daß man im ebenen Lande damit beginnen müsse, einen Schacht bis zum Tiefsten der abzubauenden Lagerstätte abzusinken, jedoch so, daß er alle Wasser aus dem vorzurichtenden Bau aufnehmen könne, und daß man in Gebirgsländern die Lagerstätte durch einen Stollen anzugreifen habe, dessen Mundloch in einem Thale, und unmittelbar über dem Bach oder Fluß, der auf dessen Grunde fließt, liegt, und daß man dadurch aus allen Bauen vollkommene Wasserlosung herbeiführen müsse. Außer diesem ersten, wesentlichen Vortheil hat man auch noch den, keine Berge herausfördern zu dürfen, die man in den Bauen selbst versetzen, sich darüber mit aller Sicherheit erheben, die Zimmerung vermeiden kann, und nur die Erze oder Kohlen, die der Gegenstand des Abbaues sind, zu Tage zu schaffen nöthig hat. Unter dieser Voraussetzung wird man leicht einsehen, daß das einzige Mittel zur Unterstützung solcher Baue darin besteht, Pfeiler von der Masse der nutzbaren Lagerstätte selbst stehen zu lassen, die mehr oder weniger weit von einander stehen, mehr oder minder stark sind, und die man mit Regelmäßigkeit anbringen und mit Bergen umgeben muß, welche man in der Grube selbst gewonnen, oder von Tage hereingeschafft hat. Auf diese

Weise

Weise geht man von der untersten bis zur obersten Etage in die Höhe, ohne eine Sohle von Ladenhölzern, ohne die Pfeiler stehen zu lassen, und ohne befürchten zu müssen, daß sie senkrecht auf einander stehen, welches fast immer der Fall in den Gruben ist, in denen man diese Methode des Abbaues befolgt, und von einer Sohle (Etage) zur andern Pfeiler stehen läßt. Mit einigen Abänderungen ist dieß die wohlfeilste Art, stockförmige und stockwerksartige Lagerstätten abzubauen, und dieß ist auch die von Baillet, Duhamel, Laverrière und Blavier in der oben angeführten Abhandlung vorgeschriebene Methode. Wir wenden uns jetzt zu den Details, die jeder Art von Stockwerksbauen eigenthümlich sind, und fangen mit den Steinkohlenstöcken an, die am schwierigsten abzubauen sind.

Es sei Fig. 1 und 2. Taf. V. eine Kohlenmasse, ähnlich der von Creusot in Frankreich z. B., die weder Dach noch Sohle hat, sondern deren Mächtigkeit unbestimmt ist, und welche man, sowohl für den Augenblick als für die Zukunft, möglichst rein abbauen will.

Man muß mit der Abteufung eines Förderschachts A in dem festen Nebengestein der Lagerstätte, und nur einige Lachter von derselben entfernt, den Anfang machen.

Ein Lachter ungefähr über dem Gesenk des Schachtes, und indem man ein großes Gesümpfe zur Aufnahme der Wasser behält, treibt man eine Strecke B, und zwar so weit in's Feld, bis die Wetter schlecht werden, oder bis man die entgegengesetzte Grenze der Lagerstätte erreicht, falls dieß möglich ist. Ist man an's Ende gelangt, so treibt man links und rechts von B Strecken nach C C. Man folgt der Grenze der Lagerstätte und des Nebengesteins, wenn diese regelmäßig ist, oder man läßt ihre Unregelmäßigkeiten unberücksichtigt, wenn gar keine Regelmäßigkeit statt findet. Nur müssen diese ersten Querschläge

CC mit der Strecke B rechte Winkel bilden, und auch so regelmäßig als möglich sein; denn sie müssen als Führer für diejenigen dienen, die man unmittelbar darauf, in fast paralleler Richtung mit jenen, in DD treiben muß, und die nur durch Massen von verhältnißmäßiger Mächtigkeit getrennt sind, so wie denn die Breite der Querschläge von der größern oder geringern Festigkeit des Kohls abhängt. Hat man nun auf diese Weise die Masse durch eine Art von Gräben durchschnitten, so durchbricht man die, die Querschläge scheidenden Kohlenwände durch andere Strekken EE, die BB parallel sind, so daß man nur die Kohlenpfeiler FF stehen läßt, die um so schwächer sein können, je sorgfältiger man die abgebaueten Räume mit Bergen versetzt hat, und je dichter und fester die Steinkohle selbst ist.

Nachdem man alle Abbaustrecken mit Bergen aus der Grube selbst oder von Tage her versetzt hat, geht man in dem Schacht eine Sohle höher, treibt genau dieselbe Anzahl von Strecken, und giebt ihnen genau dieselben Dimensionen, wie den erstern, wobei man sich nicht leicht irren kann, da die Berge als Führer und die Pfeiler der untern Sohle als Absteckpfähle dienen, die man nur von dieser bis zur Förste der nächsten zu verlängern braucht, um nicht in den Fehler zu verfallen, daß man daneben kommt.

Die Entfernung von einer Sohle zur andern, oder, was auf dasselbe hinausläuft, die Höhe jeder derselben, die zwischen der Förste der erstern und der der zweiten Strecke B B′ B″ begriffen sind, hängt auch von der Festigkeit der Kohle ab. Man wird einsehen, daß die von der untersten Sohle beginnenden und durch alle übrigen hindurchgehenden, regelmäßig und gleichförmig vertheilten Pfeiler in der Folge ebenfalls abgebauet werden können, indem man auf einem derselben einen Centralschacht absinkt und die übrigen durch Abbaustrecken abbauet, und so

die ganze Kohlenmasse, wenn auch nicht auf einmal, doch in mehrern Malen wegnimmt.

Man räth, den Förderschacht A außerhalb der Lagerstätte in deren Nebengestein abzusinken, weil man rings um denselben eine starke Bergveste stehen lassen muß, um ihm und dem ganzen Bau die gehörige Festigkeit zu verschaffen; allein ich sehe nicht ein, weshalb man ihn nicht eben so gut im Hangenden als im Liegenden abbauen kann. Die Beschaffenheit des Gesteins, seine Festigkeit, das Vorhandensein oder die Nähe von Tagewassern, die man den Bauen nicht zuführen muß, sind wohl zu berücksichtigende und bestimmende Gründe.

Hat man in dem zu führenden Betriebs-Journale und auf den Grubenrissen alle Fortschritte aufgezeichnet, und alle die Vorfälle, die der Aufbewahrung werth sind, bemerkt, so könnte man, wenn man die untere Grenze der Steinkohlenmasse nicht erreicht hat, einen neuen Schacht absinken, oder mit dem alten tiefer niedergehen, um ein neues Feld zum Abbau vorzurichten. Jedoch müßte man in diesem Falle eine gewisse Bergveste von der Kohlenmasse zwischen den beiden Sohlen, oder zwischen dem alten und dem neuen Felde stehen lassen, damit die ungeheure Masse von Bergen, womit die Abbaue in dem obern Felde versetzt worden sind, gehalten werde. Jedoch muß man es, so viel als thunlich, vermeiden, ein tieferes Feld in Abbau nehmen zu müssen, denn die ganze Bergveste zwischen den beiden Feldern ist für immer verloren.

Duhamel und Baillet schlagen freilich vor, diese Unbequemlichkeit dadurch zu heben, daß man auf der ersten Sohle des obern Abbaufeldes eine Sohle von Ladenhölzern macht, die man querüber legt, so daß sie in der Folge dem tieferen Felde Festigkeit verleihen. Allein alles Vertrauens ungeachtet, das ich auf die Rathschläge dieser gelehrten Bergbeamten lege, so fürchte ich doch, daß das Mittel in der Praxis nicht anwendbar sein werde, theils

wegen der Veränderung, die das Holz in der Erde erleidet, theils wegen der Schwierigkeit, diese Zimmerung auszuwechseln.

Unter diesen Umständen, die um so mehr berücksichtigt werden müssen, als man es von Tage zu Tage mehr einsehen wird, daß die Steinkohlenflötze nicht wieder wachsen, wie die Bäume in den Forsten, müßte man, um dasjenige abzubauen, was man früher vernachlässigt hat, von dem ersten Felde ab in eine große Tiefe unter die ältern Baue niedergehen, sich alle vorhandenen Nachrichten über ihre Ausdehnung nach allen Seiten hin zu verschaffen suchen, und den Betrieb mit der größten Vorsicht führen, sobald man bis in die Nähe der alten Baue (des alten Mannes, wie der Bergmann sagt) in die Höhe gekommen ist. Man muß alsdann das abzubauende Feld mit dem Hammer untersuchen, um nach dem Schalle zu urtheilen, ob man einem hohlen Raume nahe ist, und mit dem Bohrer, wenn man die Nähe von unter Wasser stehenden Räumen befürchtet.

Die einzige Unbequemlichkeit, die man dieser Methode des Abbaues der in stockförmigen Massen vorkommenden Steinkohlen vorwerfen könnte, ist die Nothwendigkeit der Herbeischaffung der Berge zum Versetzen der abgebaueten Räume. Man wird sich jedoch leicht überzeugen können, daß eine gegebene Menge von Schiefer oder Sandstein weit weniger koste, als eine gleiche Menge Steinkohlen, selbst da, wo sie einen sehr geringen Preis haben.

Was nun die Kohlengewinnungsarbeit betrifft, so geschieht diese mittelst Schlitzen, die zu beiden Seiten der Streckenörter durch scharfe oder spitze Keilhauen (Schlitzhauen) gemacht werden, so daß man so wenig als möglich kleine Kohlen erhält, und durch Hereintreibung der Kohlenwand mittelst langer, viereckiger Fimmel, die man durch die ganze Masse treibt. Auf diese Weise erhält man viel Stück- oder große, und wenig kleine Kohlen.

In den Steinkohlengruben des Departements der Loire und der Gegend von Alais, im Gard-Deparment, gewinnt man das Kohl mittelst zweier Schlitze an den Seiten und eines Schrams auf der Sohle des Flötzes. Das verschrämte und geschlitzte Kohl wird alsdann mittelst großer Fimmel, die man in ihrer Mitte eintreibt, hereingeschlagen. Da das Kohl im Allgemeinen fest ist, so erhält man viel Stückkohlen. Zu Waldenburg in Niederschlesien geschieht die Gewinnung fast auf dieselbe Art, mittelst eines Schrams und mittelst zweier Schlitze, die vier bis fünf Fuß tief, und breit genug sind, daß sie der Häuer bequem ausarbeiten kann. Die auf diese Weise auf vier Seiten losgemachte Kohlenmasse ist fünfzehn Fuß breit, vier Fuß dick und sieben Fuß hoch. Das Hereinschlagen des Kohls geschieht mittelst Fimmel, welche die in die Schlitze gehenden Arbeiter parallel mit der Fronte des Stoßes und zugleich auch vorn zwischen das Flötz und das Dach eintreiben. Durch alle diese zu gleicher Zeit hereingetriebenen Fimmel wird die Masse oft ganz eingebracht (d'Aubuisson). Wir kommen weiter unten, im achten Abschnitt, noch auf die Kohlengewinnungsarbeiten zurück.

Die Menge der kleinen Kohlen, die einen geringen Werth haben, sei nun welche sie wolle, so muß sie doch stets aus den Gruben herausgefördert werden, wenn man die durch die Zersetzung der Kiese und die Erhitzung dieses Kohlenkleins herbeigeführten Grubenbrände vermeiden will. Durch Vernachlässigung aller dieser Vorsichtsmaßregeln ist das schöne Kohlenbassin des Aveyron in Brand gerathen, und durch das Feuer und die Einstürze zerstört worden, wodurch ungeheure Massen von Brennmaterial verloren gegangen sind.

Die Steinkohlenmasse von Creusot wird nach einer Methode abgebauet, die auf den ersten Blick viel Aehnliches mit der so eben beschriebenen hat, jedoch in mehreren wesentlichen Punkten, wie man aus einer Vergleichung

derselben leicht ersehen kann, verschieden ist. Zuvörderst bauet man von oben nach unten zu ab; der Förderschacht ist, statt im Nebengestein, gewöhnlich mitten in der Kohlenmasse selbst abgesunken, weshalb von derselben rings umher starke Pfeiler haben stehen bleiben müssen. Der Abbau findet auf verschiedenen Sohlen statt, die durch drei Meter starke Massen von einander getrennt sind, wogegen die Abbaustrecken selbst nur zwei Meter oder ein Lachter hoch sind. Die Pfeiler der verschiedenen Sohlen stehen in keinem Zusammenhange mit einander, weshalb sie auch nothwendigerweise nicht genau über einander stehen können; denn es ist sehr schwierig, ja ich möchte sagen unmöglich, so genau auf die Arbeit zu achten, daß die Pfeiler einer Sohle denen einer andern genau correspondiren, und senkrecht über denselben stehen gelassen werden. Will man sich nun die Mühe geben, eine Berechnung anzustellen, so wird man zu dem traurigen Resultate gelangen, daß man von funfzehn Theilen Kohlen wenigstens eilf, sowohl zu den Bergvesten zwischen den verschiedenen Sohlen, als auch zu den Pfeilern zur Sicherung der Abbaue und der Schachte, stehen lassen muß. Ein so schlechter Abbau darf heutiges Tages nicht weiter fortgeführt werden, da diese Bergwerke ein treffliches Eisenwerk mit Brennmaterialien zu versehen bestimmt sind.

Alles das, was hier von den Steinkohlen gesagt worden ist, die in stockförmigen Massen vorkommen, findet auch fast Punkt für Punkt auf die Gewinnung des Braun- und Thoneisensteins Anwendung, nur mit dem Unterschiede, daß sehr wenig daran liegt, ob die Erze in kleinen Stükken aus der Grube kommen, da sie vor dem Verschmelzen doch immer zerschlagen oder zerpocht werden müssen. Das Schlitzen der Erze vor dem Stoße geschieht auch mehr zur Erleichterung der Gewinnung, als um große Erzstücke zu erhalten.

In der Normandie, Franche-Comté, im Perigord ꝛc.,

wird sehr wenig Aufmerksamkeit auf den Eisensteinbergbau, welcher die Hütten jener Gegenden mit den nöthigen Erzen versieht, verwendet. Dieser Bergbau ist den Bauern überlassen, die bei weitem mehr Erz verlieren (in die Halde stürzen, wie der Bergmann sagt), als verkaufen. Man verläßt sich zu sehr auf das außerordentlich häufige Vorkommen dieser Erze; jedoch wird es Zeit, endlich einmal die jetzige schlechte Betriebsmethode zu verlassen, weil sonst dadurch ein nur schwierig oder gar nicht zu verbesserndes Uebel herbeigeführt wird. Jedoch sind es die Franzosen nicht allein, welche Vorwürfe in dieser Hinsicht verdienen; in Schlesien ist vieler Eisenerz-Bergbau auch in keinem bessern Zustande. Es ist Zeit, daß man einen ordentlichen, planmäßigen Betrieb einführe, und nicht eine so bedeutende Quelle des Nationalreichthums dem Raube und der fürchterlichsten Unordnung überlasse. Man braucht deshalb den armen Bauern diesen Zweig der Industrie nicht zu entziehen, sie müssen nur nach der Anweisung der vom Staat angestellten Bergmeister arbeiten, und zwar nach einer der oben beschriebenen analogen Methode.

Die jetzt in Anwendung stehende Gewinnungsweise ist folgende: Nachdem an der Erdoberfläche einige Schürfe gemacht, und der Forst- oder Wiesengrund umgewühlt und letzterer auch verwüstet worden ist, entschließt man sich, einige Fuß tief abzusinken. Zu dem Ende macht ein einziger Mensch einen kleinen Schacht (Duckel) von 30 Zoll Durchmesser, in welchen er sich mittelst eines Seils hinabläßt, das sich um eine fast runde Welle wickelt, die oben über dem Duckel durch vier kreuzweis gestellte Knüppel gehalten wird. Man sichert diese Duckel durch grüne Zweige, die man biegt, und die, sobald sie nicht faul sind, gegen die Erde drücken. Hat man nun auf diese Weise ein Erzlager erreicht, so treibt man von dem Tiefsten des Schachtes aus eine fast quadratische Weitung oder zwei Strecken, die fast im rechten Winkel zu einander stehen,

und durch diese gewinnt man nun das Erz, welches man in kleinen Körben, oder in kleinen Säcken, oder in kleinen hölzernen Kübeln zu Tage fördert. Bald jedoch nöthigen Wasser oder Wettermangel den Bergmann, seinen Bau zu verlassen, und er beginnt dann einige Fuß davon entfernt einen andern, ganz ähnlichen Bau, indem er zwischen beiden eine Erzmasse stehen läßt, die auf immer verloren ist, und indem er nicht bedenkt, daß weit größere Massen noch unter den Bauen vorhanden sein können, die er so leicht aufgeworfen hat.

In einigen Fällen jedoch — denn man muß Jedem sein Recht geben — werden zwei Schachte neben einander abgesunken, die den Wetterwechsel unterhalten; gewöhnlich liegen sie aber einander so nahe, daß sie den verlangten Zweck nicht erfüllen, weil sich ihre Wirkung auf nur kurze Strekken ausdehnt.

Diese Art des Abbaues hat daher den Nachtheil, daß dabei eine zu große Erzmenge unabgebaut zwischen jedem Duckel stehen bleibt, und daß die untern oder tiefern Lager oder Flötze mit einer Menge unregelmäßiger und unter Wasser gesetzter Höhlungen bedeckt werden, die ihrem Abbau entgegen sind, oder ihn doch wenigstens sehr kostbar machen.

Die meisten Alluvial-Eisenerze sind auf großen Plateaus abgelagert, und zwar nur in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche. Man muß sie daher mittelst geräumiger und so tiefer Schachte angreifen, daß man auch das unterste Lager abzubauen im Stande ist, wenn mehrere unter einander vorhanden sind, oder die unterste Schicht eines Absatzes, wenn es ein solcher ist.

Es würde alsdann, wie bei jedem andern Grubenbaue, angemessen sein, einen zweiten Schacht, in gewisser Entfernung von dem erstern, jedoch weit enger als dieser, abzusinken, mittelst dessen man alsdann ein gutes System des Wetterzuges herstellen, und den Arbeitern einen zwei-

ten Ausgang, im Fall der Noth, aufbewahren würde. Der Raum zwischen beiden Schachten, so wie die rechts und links liegenden Massen, könnten durch Strecken und Abbauörter gewonnen werden, die man dann, je nachdem es die Umstände erfordern, auszimmern oder ausmauern könnte, und zwischen denen man Pfeiler, die man jedoch zuletzt auch abbauen würde, stehen lassen müßte.

Zu den Stockwerksbauen gehören auch die Bergwerke im Rammelsberge und zu Altenberg in Sachsen, die zu Fahlun in Schweden, die des Siegenschen Stahlbergs ꝛc.

Die Erzmasse des berühmten Rammelsberges bei Goslar am Harz ist ein bis 60 Lachter mächtiges Lager von Schwefel- und Kupferkies, Bleiglanz ꝛc. Man greift es von Schachten aus durch Strecken an, die 5, 8, auch 10 Lachter unter einander liegen, so daß also die Bergvesten zwischen den Strecken eben so stark sind. Auf jeder Strecke geht man hart am Liegenden der Lagerstätte fort, welches man nie verläßt, es mag sich wenden wie es will, und gewinnt die Erze mittelst des Feuersetzens, wodurch die Weitungen entstehen, deren Sohle man mit Bergen versetzt, und so in die Höhe geht. Zur Bequemlichkeit des Baues treibt man in verschiedenen Teufen Verbindungs-Oerter, nach dem Streichen der Lagerstätte längs den Erzpfeilern. Durch dieses Verfahren läßt man im Hangenden ungleich mehr Erz stehen, als man im Liegenden gewinnt. Jene Massen bilden Reservebaue, die man im Hangenden abbauen wird, wenn sie im Liegenden abgebauet worden sind.

In neuern Zeiten hat man jedoch regelmäßigere Baue vorzurichten gesucht: man hat die Förderstrecken möglichst gerade und söhlig, und zwar im liegenden Nebengestein der Lagerstätte, vorgerichtet, weil die Erze der letztern, selbst für die Gewinnung durch die Sprengarbeit, zu fest, durch Feuersetzen aber regelmäßige Strecken nicht hervorzubringen sind. Vom Liegenden geht man dann mit Feuerörtern

gegen das Hangende vor, und erweitert diese theils vorwärts, theils in die Höhe.

Zwischen dem Lager und dem liegenden Nebengestein führt man im letztern einen Schram, wobei gebohrt und geschossen wird; auf die Erzmasse selbst muß man aber, ihrer großen Festigkeit wegen, das Feuersetzen anwenden. Von Oertern oder vor dem Stoß sucht man außer dem Schram noch Klüfte zu benutzen, die in der nämlichen Richtung streichen, in welcher das Ort getrieben werden soll. Die Holzscheite werden dann in den Schram und vor dem Ortsstoß neben einander hingestellt. Weit wirksamer ist aber das Feuer bei dem Förstenbrennen. Es werden dann ordentliche Scheiterhaufen (Schrank oder Anstoß genannt) construirt, die dann gewöhnlich des Sonnabends angezündet werden. Die Erze lösen sich von der Hitze in Schalen ab, und fallen auf die Sohle, oder sie werden nur mürbe, und mit Brechstangen hereingeholt. Kann man die Erze in der Förste mit dem Feuer nicht mehr erreichen, so setzt man, wie schon bemerkt wurde, eine kleine Mauer auf das Liegende, und führt auf dieser die Schränke auf. Die Erzmassen stürzen mit großem Geräusch herab, so wie denn überhaupt das Feuersetzen, die tosenden großen Flammen in den unterirdischen Räumen, ein eben so prachtvolles als schauerliches Schauspiel gewähren.

In der Mitte des vierzehnten Jahrhunderts ging ein großes Stück des Rammelsberges, durch die unvorsichtig angelegten Baue, zu Bruche. Dieser alte Mann wird nun durch Sprengarbeit, und auch durch Feuersetzen, da häufig große Erzmassen in den Bruchörtern vorliegen, mittelst der sogenannten Bruchar beit gewonnen.

Das Zinnerzstockwerk oder sogenannte Zwitterstock zu Altenberg in Sachsen wird ebenfalls durch Weitungsbau und durch Bruchbau abgebauet. Von den Schachten aus sind Strecken getrieben, und von diesen aus die

Weitungen mittelst Feuersetzens und Sprengarbeit. Die Sohlen sind 20 bis 40 Lachter hoch, und 1 bis 5 Lachter von einander entfernt. In jeder Sohle liegen mehrere Weitungen von 3 Lachter Durchmesser, welche durch 3 bis 5 Lachter mächtige Pfeiler getrennt sind, die man hauptsächlich in den ärmsten Theilen stehen läßt, und die so viel als möglich mit denen der untern und obern Sohlen correspondiren. Die Feuersetzarbeit ist von der im Rammelsberge nicht verschieden.

Nicht minder wichtig als der Weitungsbau ist für das Altenberger Stockwerk auch der Bruchbau, der in dem zu Bruche gegangenen Theile der Lagerstätte statt findet. Von den Schachten aus werden Strecken in den alten Mann, und von diesen aus nach den bauwürdigen Punkten Flügelörter getrieben, von wo aus der Abbau durch eine Art von Strossenbau statt findet. Man gewinnt die Bruchstücke mittelst der Keilhaue, mittelst Schlägel und Eisen, und die größern Blöcke mittelst Sprengens und Feuersetzens.

Wichtige Schriften und Aufsätze über die Stockwerksbaue:

v. Trebra, Erfahrungen über das Innere der Gebirge. Leipzig 1786. S. 103.

Freiesleben, Bemerkungen über den Harz. I. S. 437.

Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Ausgabe. II. S. 282 ꝛc.

Schultz, über den Bergbau am Harz, in Karsten's Archiv, Bd. IV. S. 275.

Manès, Mémoires géolog. et métallurgiques sur l'Allemagne. p. 39 etc.

Siebenter Abschnitt.

Abbau mächtiger Lager und Gänge mittelst des Querbaues.

Wenn ein Gang oder ein stark fallendes Lager eine Mächtigkeit von mehrern Lachtern hat, so wird der im neunten Abschnitte zu beschreibende Forsten- und Strossenbau zu beschwerlich, kostbar und gefährlich, da die Lagerstätte vom Liegenden bis zum Hangenden in mehrere dergleichen Baue abgetheilt werden müßte. Aus diesem Grunde richtete der Bergverwalter Zipser im Jahre 1749 auf dem mächtigen Spitaler Bleierzgange zu Schemnitz in Ungarn die in diesem Abschnitte zu beschreibende Abbaumethode *) vor, welche dort ihre großen Vorzüge vor den Strossen- und Förstenbauen bewährt hat.

Von den Strossen- und Förstenbauen unterscheidet sich der Querbau dadurch, daß die Strossen nicht nach dem Streichen des Ganges, sondern dem Gange in die Quere von dem Liegenden gegen das Hangende angelegt werden, und daß die sämmtlichen Erzkhüren nicht über einander, sondern in einer ebensöhligen Linie neben einander arbeiten. Einige Aehnlichkeit mit dem Förstenbaue hat der Querbau darin, daß das Erzmittel zuerst von unten angegriffen, und nach aufwärts zu abgebauet wird. Der Betrieb des Baues ist folgender: In dem liegenden Nebengestein wird ein seigerer Schacht A Fig. 3 u. 4. Taf. V. getrieben, von diesem aus, nahe an dem Liegenden, eine Strecke oder ein Auslängen B, B, und mit demselben gegen die Sohle zu, etwa einen Fuß weit, in's Liegende gegriffen, wovon die Ursache in der Folge gezeigt werden wird. Wenn nun dieses Auslängen eine ziemliche Strecke fortgetrieben ist, so kann an einem beliebigen Ort mit Anlegung der Querstraßen angefangen werden. Es wird näm-

*) Entlehnt aus Delius's Bergbaukunst, §. 350 u. ff. H.

lich bei D eine Khür Häuer angelegt, welche den Gang, wenn er fest ist, 9 Fuß, wenn er aber brüchig ist, nur 6 Fuß breit und, wie das Auslängen, 1 Lachter hoch, quer bis an das Hangende in D' durchbricht und die Erze heraushauet. Zu gleicher Zeit wird in einer Entfernung von 4 Straßen, bei C Fig. 4., ebenfalls die zweite Khür angelegt, welche eine gleiche Querstraße durch den Gang treibt, daß also zwischen dieser und der ersten Straße D drei ganze Straßen, 1, 2, 3, stehen bleiben. Auf gleiche Weise kann nach Rücklassung dreier Straßen die dritte, ferner auf gleiche Art die vierte u. s. w. angelegt werden. So wie die Häuer auf ihren Straßen D und C fortrükken, so wird der ausgearbeitete Raum nach B zu, wegen der nöthigen Sicherheit und Verhinderung der Brüche, sogleich mit einem unter die Förste gelegten Joche, das mit zwei oder drei Stempeln abgefangen wird, verzimmert. Diese Zimmerung wird bis zum Hangenden der Lagerstätte fortgesetzt. Kommen mit den Erzen taube Gangarten vor, so werden solche sogleich ausgehalten, und während der Arbeit immer an den einen Ulm oder die eine Wange versetzt. Sind nun beide Straßen, D und C, bis an das Hangende gänzlich ausgehauen, so wird zu der gänzlichen Versetzung geschritten, und es werden dazu alle in der Grube gewonnenen Berge genommen. Mit dieser Versetzung wird zuerst hinten bei dem Hangenden angefangen, und wenn man damit vorwärts zu dem nächsten Joche gelangt und die Förste gesichert hat, so wird es mit den Stempeln herausgerissen. Auf diese Art wird vorwärts bis zu der Strecke B fortgefahren, die ganze ausgehauene Straße versetzt und das Gezimmer herausgenommen. Hierauf werden die beiden Straßen 1 und 2 angelegt, und mit ihrem Betriebe wie bei den beiden ersten Straßen verfahren. Da nun während ihres Abbaues die beiden ersten Straßen C und D bereits versetzt sind, die Straße 3 aber in der Mitte noch immer zu einer einstweiligen Bergveste

dient, so ist bei dem Betriebe der beiden Straßen 1 und 2 nichts von einem Bruche zu besorgen. Wenn nun endlich diese beiden Straßen auch versetzt sind, so wird die mittelste Straße 3 auf gleiche Weise abgebauet und hernach versetzt. Es werden nun auf diese Weise von diesem Auslängen so viel Querbaue oder Straßen angelegt, als es das Grubenfeld oder die Lagerstätte gestattet.

Ist der Gang in einer beliebigen Länge auf diese Art vom Liegenden bis zum Hangenden ein Lachter hoch abgebauet worden, so wird dieser ganze Verhau der erste Stock des Querbaues genannt, und es ist nunmehr erforderlich, den Gang mit gleichem Querbaue höher anzugreifen, und den zweiten Stock vorzurichten. Gleichwie nun bei dem ersten Stock an dem Liegenden ein Auslängen erforderlich war, um daselbst den Gang so hoch zu entblößen, daß man mit den Querstraßen ordentlich ansitzen konnte, so ist auch nunmehr bei dem zweiten Stocke gleiche Entblößung nöthig. Dieses geschieht durch einen ordentlichen Förstenbau, welcher während der Zeit, als der erste Stock abbauet, an dem Liegenden ein Lachter hoch und weit ordentlich fortgetrieben, und hierdurch nach der Länge des Streichens Platz gemacht wird, daß man überall wieder mit Querstraßen ansitzen kann. Der ganze zweite Stock B' Fig. 3. wird nun auf gleiche Art wie der erste ausgehauen, und es ist dabei gar kein Unterschied, als daß die Häuer bei dem ersten Stocke auf der festen Sohle standen, hier aber auf den verstürzten Bergen des ersten Stockes stehen. Während des Betriebs des zweiten Stocks wird die Förstenstraße für den dritten vorgerichtet ꝛc.

Die Strecke B bleibt bei dem Betriebe aller obern Stocke offen, weshalb sie eine dauerhafte Zimmerung oder Mauerung erhält. Die obern Stocke werden vom Hangenden bis zum Liegenden ganz versetzt, und es bleiben in der verstürzten Bergmasse nur blos von Distanz zu Distanz Schutte oder Rollen (kleine Schachte) offen, durch

welche die gewonnenen Erze auf die Förderstrecke gestürzt werden.

Zum Versetzen der Straßen und der obern Auslängen sind viel Berge erforderlich, die bei großen Grubenbauen, wo so manche Strecke und so manches Ort im Nebengestein betrieben werden, selten fehlen. Ist dieß aber der Fall, so werden sie entweder in der Grube selbst gewonnen, oder von Tage herein gefördert. Das erste geschieht bei brüchigem Hangenden durch sogenannte Bergmühlen. Man treibt nämlich von einer Grubenstrecke, von welcher man die Berge bequem in die Verhaue fördern kann, einen Querschlag ungefähr 10 bis 15 Lachter in's Hangende; ein paar Lachter vorwärts von dem Orte wird auf beiden Seiten wieder ein paar Lachter in's Kreuz gebrochen, und alsdann mit Wegnahme der Ecken eine ausgewölbte Rundung vorgerichtet. Nun wird sich die Förste losziehen, und von derselben, so wie aus der ganzen Weitung, werden Berge hereingehen, die dann weggefördert und zum Versetzen gebraucht werden.

Geht man mit dem ganzen Grubenbau in eine größere Teufe nieder, so fängt man den Querbau wieder von einer tiefern Sohle an. Damit dieß nun sicher geschehen könne, so wird gleich beim Anfang des ersten Querbaues die feste Sohle mit starken Ladenhölzern gänzlich überlegt, und alsdann die Versetzung darauf gestürzt.

Schon oben wurde bemerkt, daß man mit dem ersten Auslängen jederzeit etwas in's Liegende greifen müsse. Es geschieht dieß deswegen, damit, wenn einmal diese Sohle von unten herauf ebenfalls weggehauen wird, es aber erforderlich ist, diese Strecke offen zu erhalten, man alsdann die Rinnen zur Wasserleitung in das Liegende auf einen festen Fuß legen könne, weil solches auf verstürzten Bergen, wo die Sohle nicht eben bleibt, und wo sich folglich die Rinnen bald da bald dort etwas senken würden, nicht thunlich ist.

Der Querbau hat auf mächtigen Gängen sehr viele Vorzüge vor dem Stroſſen- und Förstenbauen. Der Ausbruch der Straßen ist bei allen diesen Bauarten einer von den Vortheilen, und dieser ist bei dem ersten Stocke des Förstenbaues, wie bei den andern Abbauarten, vorhanden. Bei den folgenden Stocken haben die Querstraßen einen doppelten Ausbruch, nämlich einen auf der Seite und einen unten, welches die Arbeit sehr erleichtert und beschleunigt.

Außer in Ungarn ist der Querbau auch noch zu Idria in Krain im Betriebe; eben so werden auch einige stark fallende Steinkohlenflötze in Schlesien, und der Alaunschiefer in der Gegend von Lüttich durch eine Art von Querbau gewonnen. Von dem Abbau der stehenden Kohlenflötze wird in dem folgenden Abschnitte die Rede sein; wegen des Betriebs der Gruben von Idria und der Alaunschiefergruben von Lüttich wird auf die citirten Schriften verwiesen:

Delius, Anleitung zur Bergbaukunst. §. 350 ꝛc.

Ferber, Abhandlungen über die Gebirge und Bergwerke in Ungarn. Berlin, 1780. S. 70 ꝛc.

Becker, Journal einer bergmännischen Reise durch Ungarn und Siebenbürgen. 2 Bde. Freiberg, 1815.

Karsten, metallurgische Reise durch einen Theil von Baiern und durch die süddeutschen Provinzen Oestreichs. Halle, 1821. Idria. S. 257 ꝛc.

Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Ausgabe. II. S. 332.

v. Oeynhausen und v. Dechen, über die Gewinnung des Alauns in der Gegend von Lüttich. Karsten's Archiv. Bd. X. S. 248.

Achter Abschnitt.

Von dem Abbau der regelmäßigen Flötze und Lager.

Flötze und Lager von Steinkohlen, Eisenstein, Kupferschiefer ꝛc., die im Allgemeinen ein regelmäßiges Streichen und Fallen, und eine Mächtigkeit von 6 Zollen bis zu mehrern Lachtern haben, erfordern andere Systeme des Abbaues als die unregelmäßigen Lagerstätten und die sehr mächtigen Lager und Gänge, und sind weit leichter zu gewinnen, gestatten auch einen reinern Abbau.

Die Hauptverschiedenheiten dieser Abbaue beziehen sich auf das geringere oder stärkere Fallen der Flötze, so daß wir genöthigt sind, zwei Abtheilungen zu machen, und in der erstern den Abbau der schwach fallenden, d. h. derjenigen Flötze, die ein Fallen bis 20° oder höchstens bis 25° haben, und in der zweiten den der stark fallenden, d. h. von 25° bis 90°, zu betrachten. Außerdem giebt es noch eine große Menge von Verschiedenheiten beim Abbau der Steinkohlenflötze (denn auf diese beziehen sich unsere Betrachtungen zuvörderst, da der Abbau der übrigen, auf ähnliche Weise vorkommenden, nutzbaren Mineralien nichts Eigenthümliches hat); allein diese sämmtlich zu berücksichtigen würde die Grenzen dieses Werks überschreiten, weshalb wir nur allgemeine Begriffe von dieser Art des Abbaues geben können, und übrigens auf die unten bemerkten Schriften verweisen müssen.

Die Ausrichtung der schwachfallenden Flötze, zu deren Abbau wir uns nun zuvörderst wenden, geschieht entweder mittelst eines Schachtes oder mittelst eines Stollens, und es muß dabei stets der tiefste Punkt des Flötzes getroffen werden. Dieß ist namentlich der Förderung wegen nothwendig, welche bei dem Steinkohlenbergbau mit dem Abbau in der engsten Verbindung steht; denn bei schweren und großen Fördergefäßen ist es unmöglich, solche schwe-

bend in die Höhe zu fördern, vielmehr muß aus den Abbaustrecken immer in die tiefer liegende Grundstrecke gefördert werden. Bei den ältern Steinkohlenbergwerken in den Niederlanden, in Frankreich, England ꝛc. trifft man jedoch häufig einen sehr entgegengesetzten Betrieb, wie wir weiter unten näher sehen werden. Geschieht die Ausrichtung durch Schachte, so werden dieselben am zweckmäßigsten so gesetzt, daß sie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Lachter seitwärts der Grundstrecke, in das Hangende des Flötzes zu stehen kommen. Namentlich ist dieß bei Maschinen oder Kunstschachten der Fall, wogegen Förderungsschachte am besten unmittelbar auf die Grundstrecke gesetzt werden; denn Wasserhaltung und Förderung müssen stets getrennt werden. In der Fig. 5. Taf. V., welche einen ideellen Grundriß von einer Steinkohlengrube, die durch Pfeilerbau abgebauet wird, giebt, ist A der Kunst-, B der Förderschacht und C die Grundstrecke. — Geschieht die Ausrichtung mittelst Stollen, so wird derselbe das Flötz meistens querschlägig im Liegenden oder Hangenden treffen, wie in D Fig. 5. gezeigt worden. Wo die örtlichen Umstände es gestatten, mit den zur Ausrichtung bestimmten Grundstollen auf dem Streichenden des Flötzes aufzufahren, da wird die Ausrichtung allerdings weit wohlfeiler und schneller bewirkt werden; indeß müßte alsdann doch stets auf den künftigen Tiefbau (Abbau der tiefer liegenden Flötze), bei welchem die Wasserhaltung nur durch Maschinen geschehen kann, Rücksicht genommen werden, damit die Wasser von den abgebaueten obern Sohlen den künftigen tiefen Strecken nicht zu leicht zufallen, welches bei querschlägigen Stollen kaum zu befürchten ist.

Im Allgemeinen ist es allerdings vortheilhaft, ein möglichst großes Kohlenfeld vorzurichten; allein sollen die Kohlen auf Eisenhütten angewendet werden, so muß man ein Abtrocknen der Flötze möglichst vermeiden, welches nachtheilig auf die Kohlen wirkt. Das vorzurichtende Feld muß sich daher nach dem bestimmten Förderquantum rich-

ten, es dürfen nur die nothwendigen Strecken getrieben, und in den Abbaustrecken muß, so weit es den Arbeitern nicht nachtheilig ist, der Wetterwechsel möglichst vermieden werden.

Die Vorrichtung eines Flötzes, in so fern solche mit dem Abbau desselben in Verbindung steht, zerfällt in Treibung und Legung der Grund-, Mittel- und Abbaustrecke, so wie in Vorrichtung der Bremsberge, der schwebenden Strecken oder der Diagonalen, welche dazu dienen, aus der Abbaustrecke in die Grund-, oder vielmehr in die Mittelstrecke zu gelangen.

Die Grundstrecke C Fig. 5. wird im Niveau, worin die Ausrichtung durch Stollen oder Maschinen erfolgt; die Mittelstrecke E im Niveau einer höher liegenden Sohle, indeß unmittelbar aus einem Schachte D, wodurch die Pfeilerhöhe getheilt wird; die Abbaustrekken H aber unmittelbar aus einer schwebenden F oder Diagonalstrecke G getrieben.

Bei Vorrichtung aller dieser Strecken muß wenigstens im Allgemeinen auf die Anlage einer englischen Wagen- oder Pferdeförderung Rücksicht genommen werden, und die erste Regel für jeden Streckenbetrieb auf den mächtigern Flötzen ist daher: möglichst gerade Richtung und ebene Sohle. Wenn daher auch das Flötz häufig wellenförmig gelagert ist, so darf doch dadurch die Richtung der Strecke nicht abgeändert werden; auch können bei mächtigen Flötzen diese Unregelmäßigkeiten weit größer sein als bei schmalen, denn sie sind von ungleich geringerm Einfluß. Eine allgemeine Regel ist daher die, daß die Strecke, auf dem liegenden Stoß des Flötzes angesetzt, söhlig aufgefahren werde, und daß das Liegende desselben im Allgemeinen als Richtung diene.

Bei Ansetzung einer Mittel- oder Grundstrecke ist an möglichst gerader Richtung besonders viel gelegen. Wäre das Flötz sehr wellenförmig gelagert, so wird am zweck-

mäßigsten zunächst aus einer schwebenden Strecke eine Abbaustrecke vorweg getrieben, die alsdann der Mittel- und Grundstrecke zur Bestimmung der aufzufahrenden Richtung dient.

Auf schwachen Flötzen verfährt man mit dem Betriebe der verschiedenen Strecken in gleicher Art, nur müssen bei einer geraden Strecke oft Sohle und Förste nachgerissen werden. — Bei den mächtigen Flötzen wird der Streckenbetrieb gewöhnlich zugleich auch als Kohlengewinnungsarbeit angesehen. Man muß ihnen alsdann eine größere Breite geben, als gewöhnlich Strecken erhalten, eine Breite, die bis $2\frac{1}{2}$ Lachter beträgt. Da aber nun die Grundstrecken am längsten offen stehen müssen, so giebt man ihnen entweder eine geringere Breite, oder um sich die ökonomischen Vortheile eines breiten Streckenbetriebes nicht entgehen zu lassen, indem bei diesem nur viel große oder Stückkohlen fallen, fährt man die Strecke breit auf, und versetzt alsdann denjenigen Theil derselben, welcher dem Hangenden des Flötzes, mithin der Richtung des Einfallenden zu liegt, also den liegenden Streckenstoß, von der Sohle bis zur Förste so weit mit Bergen, daß die Grundstrecke nur die zur bequemen Förderung erforderliche Breite behält. Unmittelbar neben dieser Versetzung wird zugleich auch der Sohlenritz zur Abführung der Wasser aufgehauen. — Da wo das Flötz von Sprüngen und Verdrückungen durchsetzt, oder wo das Kohl vorzüglich milde wird, da wo aus einer Strecke eine andere, oder aus einem Schacht eine solche abgeht, wird die Weite der Strecke vermindert, weil dann ein stärkerer Druck statt findet. Breite Strecken befördern übrigens den Wetterwechsel.

Die Strecken, von denen bisher die Rede war, sind sämmtlich horizontal, oder haben nur der bequemen Förderung wegen ein geringes Ansteigen von $\frac{1}{2}$ bis 2°, je nachdem sie mit eisernen Schienenwegen oder mit hölzernen Straßbäumen versehen sind, unter welchen Umständen es

gleichen Kraftaufwand erfordert, mit dem gefüllten Wagen die Förderbahn herabzufahren, und den leeren Wagen wieder in die Höhe zu bringen.

Um aber aus den höher liegenden Abbaustrecken in die Mittel- oder Grundstrecke und unter den Schacht zu gelangen, sind schwebende Strecken nothwendig, von denen es folgende Arten giebt:

1) die auf der Fallungslinie des Flötzes liegen. Diese zerfallen wieder:

a. in eigentlich schwebende (oder fallende) Strekken, welche jedoch nur bei sehr schwach fallenden Flötzen angewendet werden können;

b. in die Bremsberge oder Bremsschachte, welche man bei den stärker geneigten Flötzen anwendet. Es sind aus den Grundstrecken in ganz gerader Richtung ansteigende, auf der Fallungslinie des Flötzes getriebene, schwebende Strecken F Fig. 5., in welcher sich zwei Leitungen, zum Hinabgehen des vollen und zum Heraufgehen des leeren Fördergefäßes, befinden. Wie diese Förderung zu bewerkstelligen, wird im dritten Hauptstück vorgetragen werden. Aus den Bremsschachten werden die Abbaustrecken H nach beiden Weltgegenden rechtwinklig angesetzt, und auf dem Streichen des Flötzes in's Feld getrieben, und zwar von oben nach unten zu.

2) diagonale G Fig. 5. Es sind diejenigen, welche unter einem mehr oder weniger starken Winkel ansteigen, und deren Richtung zwischen die Streichungs- und Fallungsebene des Flötzes fällt. Sie werden aus den Grundstrecken, oder aus den Abbaustrecken angesetzt, aus denen sie unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel auslaufen. Indem sie sich dergestalt im weitern Fortriebe immer mehr über ihren Ansetzpunkt erheben, bringen sie nach und nach die bezweckte Pfeilerhöhe ein. Aus den Diagonalen werden alsdann die streichenden Abbau-

strecken H angesetzt, oder man treibt in angemessenen Entfernungen parallele Diagonalen, durch welche das Feld in Pfeiler eingetheilt wird, so daß die Abbaustrecken unnöthig werden. In der Grafschaft Mark nennt man letztere Art des Abbaues den Querbau. — Das Anstei-
gen der Diagonalen richtet sich nach dem Fallen des Flötzes, nach der Pfeilerhöhe, welche dieselben einbringen, und nach der Länge, welche sie erhalten sollen.

Der Orts- und Streckenbetrieb auf streichenden Strecken, Diagonalen oder Bremsbergen bietet keine wesentlichen Verschiedenheiten dar, und es wird dabei ganz auf einerlei Weise verfahren. In Oberschlesien z. B., wo ein sehr musterhafter Steinkohlenbergbau im Betriebe ist, wird die Strecke anfänglich schmal, mit 1 Lachter Breite, 3 Lachter lang fortgetrieben. Hat man solchergestalt den stehen bleibenden Streckenpfeiler durchfahren, so giebt man demselben $2\frac{1}{2}$ Lachter Breite. Der Forttrieb der Strecke beginnt dann zunächst mit Unterschrämen der Kohlenwand. Dieser Schram wird mit der Schramhaue herausgehauen, und ist $\frac{4}{8}$ bis $\frac{5}{8}$ Lachter tief und $\frac{2}{3}$ Lachter hoch. Der Punkt, wo dieser Schram angesetzt wird, ist sehr verschieden, und es findet hiebei durchaus keine allgemeine Regel statt. Vorzüglich richtet sich die Ansetzung des Schrams danach, ob das Flötz durch eine Ablösung durchsetzt wird, und ob dasselbe leicht bricht. Ist letzteres der Fall, und getraut man sich nicht, das Flötz in seiner ganzen Mächtigkeit zu unterschrämen, so wird der Schram über der Sohle, mehr oder weniger der Förste zu, angesetzt. Letzteres findet in den meisten Fällen statt, und ist daher auch als die allgemeinere Regel anzunehmen.

Wenn der Schram also in der Mittelbank des Flötzes angesetzt wird, und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{8}$ Lachter hintergebracht worden ist, so wird das hangende Kohl auf beiden Strekkenstößen geschlitzt. Ist das Kohl gebräch und von Schlech-

ten durchsetzt, so kann man das Schlitzen als eine zeitraubende und dem Stückkohlen-Procentfall nachtheilige Arbeit unterlassen. Die unterschrämte und geschlitzte Kohlenwand läßt sich nun leicht mit Schlägel und Eisen oder mit Fimmeln einbringen, worauf sie sogleich weggefördert wird. Auf diese Weise wird die Schrämarbeit $1\frac{1}{2}$ bis 2 Lachter fortgeführt, bis eine eben so breite und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter hohe Bank in der Sohle ansteht. Das Hangende der Strecke wird unterdeß mit verlornen Stempeln unterstützt. Die Kohlenbank wird darauf, je nach der verschiedenen Festigkeit der Kohlen, ohne oder mit einem Schlitz, mittelst Schlägel und Eisen, oder auch durch Bohren und Schießen gewonnen. Gleichzeitig mit dem Angriff der Bank rückt auch der Schram vor, wodurch eine zweckmäßige Vertheilung der Arbeiter möglich wird.

Wenn der Schram auf der Sohle der Strecke, folglich in der Unterbank des Flötzes, geführt wird, so nimmt der Ortsstoß eine etwas andere Gestalt an. Der Schram ist oft 2 bis 3 Lachter hintergebracht, während in der Förste noch die Kohlenwand von der Mittelbank des Flötzes schwebt, die durch verlorne Stempel gehalten wird. Ist nun tief genug eingeschrämt, so werden die Stempel weggenommen, worauf die hängende Kohlenmasse meistens von selbst hereinfällt, oder leicht bankweise eingekeilt oder, wenn sie sehr fest ist, weggeschossen wird. Gewöhnlich ist ein Schlitz auf beiden Stößen der Strecke nöthig, jedoch vermeidet man sie, wo es möglich ist.

Auf schwachen Flötzen wird der Streckenbetrieb in eben der Art wie auf mächtigen geführt, jedoch in einem verhältnißmäßig kleineren Maßstabe.

Es ist im Allgemeinen kein wesentlicher Unterschied, ob auf der Sohle des Flötzes, oder in der Mitte desselben, oder nahe an der Förste geschrämt wird. Auf der Sohle schrämt man gewöhnlich alsdann, wenn das Flötz

nicht über zwei Lachter mächtig ist; in der Mitte, oder näher an der Förste (welches sich blos danach richtet, wo sich die reichste Kohlenbank befindet) aber alsdann, wenn das Flötz eine größere Mächtigkeit erreicht.

Wir wenden uns nun zu dem eigentlichen Abbau flachfallender Flötze, der, wie schon oben bemerkt wurde, in seinen Einzelnheiten bedeutende Verschiedenheiten zeigt. Nachdem nämlich auf dem abzubauenden Felde die Mittel- oder Grundstrecke aufgefahren, der Bremsberg oder die Diagonale gelegt, und aus denselben die streichenden Strecken aufgehauen worden sind, so ist das Kohlenfeld zum Abbau vorgerichtet. Ist dasselbe nun durch diese mehr oder minder weit aus einander liegenden Strecken in lauter einzelne Kohlenpfeiler abgetheilt, so belegt man den Abbau mit dem Namen des Pfeilerbaues. Wird dagegen sogleich ein mehr oder minder langes Feld in Abbau genommen, so nennt man ihn Bau mit breitem Blick oder Strebbau. Je nachdem der Abbau in der Richtung des Streichens oder des Fallens des Flötzes, oder nach der diagonalen geführt wird, heißt er streichender, schwebender oder diagonaler Abbau.

Die häufigste Art des Abbaues ist der Pfeilerbau, bei welchem man zuvörderst folgende allgemeine Regeln berücksichtigen muß:

1) Wenn sich mehrere Flötze auf einer Grube befinden, die in gemeinschaftlichen Abbau genommen werden sollen, so muß dieser zuerst auf dem obersten, hangenden Flötz beginnen. Nachdem derselbe hier einige Zeit im Betriebe gewesen, so kann derjenige Theil des liegenden Flötzes angegriffen werden, über welchem das Hangende bereits abgebauet worden ist. Demnächst rückt auf diesem der Abbau in eben dem Maße wie auf dem hangenden Flötze fort, und verbreitet sich in der Folge eben so auf alle andern liegenden Flötze.

2) Das Feld zwischen zwei Bremsschachten oder Dia-

gonalen darf nicht zu groß sein, wie denn überhaupt alle zu großen Förderlängen möglichst vermieden werden müssen.

3) Auf dem Flötze selbst müssen die obersten zunächst am Ausgehenden des Flötzes, oder die am äußersten Ende des Bremsberges oder der Diagonale befindlichen Pfeiler zuerst abgebauet werden, weil bis dahin, wo der Abbau statt gefunden hat, nicht allein die Abbaustrecke, sondern häufig auch die Förderstrecke, als nunmehr entbehrlich, abgeworfen werden können, und nicht zu Bruche gehen, um nicht unnöthige Unterhaltungskosten zu veranlassen.

4) Die obersten Abbaustrecken müssen vorzugsweise, den übrigen vorweg, in's Feld getrieben werden; dagegen können die untern Abbaustrecken, in vielen Fällen auch die Mittel- oder Grundstrecken, zurückbleiben. Erst nachdem die obern Pfeiler abgebauet worden, rücken alsdann die untern Abbaustrecken, nach Maßgabe des Abbaues, weiter in das Feld. Dieß ist des Abtrocknens und der Holzersparung wegen nothwendig.

5) Der abzubauende Pfeiler muß von hinten, d. h. in der größten Entfernung von der Förderstrecke, angegriffen, und von hinten nach vorn zu abgebauet werden, damit zugleich mit dem fortrückenden Pfeilerabbau die Abbaustrecke abgeworfen werden und zu Bruche gehen kann.

6) Wenn zwei oder mehrere unter einander befindliche Pfeiler in gemeinschaftlichen Abbau genommen werden sollen, so findet dabei ein ähnlicher Fall statt, als bei hangenden und liegenden Flötzen. Es wird nämlich zuerst der oberste Pfeiler von hinten nach vorn zu in Abbau genommen. Nachdem auf diesem Pfeiler der Abbau bereits mehrere Lachter fortgerückt ist, so kann der Abbau auf dem darunter liegenden Pfeiler beginnen, und sich alsdann ferner auf alle darunter befindliche Pfeiler auf ähnliche Art verbreiten. Der Abbau rückt demnächst auf sämmtlichen Pfeilern in eben dem Maße fort, wie solcher auf dem ober-

sten Pfeiler weiter fortschreitet. Dieses Verfahren ist deswegen zu beobachten, daß keine zu großen Weitungen entstehen und gefährliche Brüche veranlaßt werden.

7) Es muß genau dahin gesehen werden, daß eine reine Förderung erfolgt, und daß im alten Manne kein Wetterwechsel statt finde, weil diese Vorsicht fast das einzige Mittel ist, die Selbstentzündung der Kohlen in solchem zu verhüten. Endlich müssen

8) die durch den Abbau entstehenden, oft sehr weiten Tagebrüche bald geebnet werden, damit nicht durch dieselben Tage- und Fluthwasser in die Grube dringen. — Die beiden letzten Regeln sind auf jede Art von Steinkohlenbergbau anwendbar.

Der Pfeilerabbau selbst wird auf folgende Art angefangen und fortgesetzt. Nachdem die Abbaustrecke so weit in das Feld getrieben ist, als solches geschehen sollte, so wird der Pfeilerabbau damit eröffnet, daß man aus dieser Strecke mit einem Stoße schwebend in die Höhe geht. Ein solcher Stoß ist in Oberschlesien z. B. $2\frac{1}{2}$ bis 3 Lachter lang, und es liegen in der Regel 2 bis 3 Mann vor demselben. Meistens wird die Abbaustrecke bis zu einem vorliegenden Sprung des Flötzes, oder bis zum vorliegenden alten Mann ꝛc. getrieben, in so fern ihre Feldeslänge nicht durch die Eintheilung der Diagonalen oder Bremsberge vorgeschrieben ist. In jenem ersten Fall darf nur auf einer Seite des Stoßes geschlitzt werden. Die Schram- und Schlitzarbeiten geschehen beim Angriff der Pfeiler ganz in derselben Ordnung, wie beim Streckenbetrieb erwähnt worden.

Die schwebenden, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Lachter breiten Stöße werden ebenfalls durch tiefe Schrämarbeit aus der untern Abbaustrecke bis zu der darüber liegenden, bereits verbrochenen getrieben. — Dieß ist nun das Verfahren, wie es beim Pfeilerabbau in Oberschlesien statt findet. An andern Orten, namentlich in einigen Steinkohlenbergwerken in der

Nähe von Newcastle in Northumberland, die sich durch einen vorzüglich guten Betrieb auszeichnen, werden zwischen den Abbaustrecken H noch kleine schwebende Strecken I getrieben, und durch dieselben das Kohlenfeld in lauter fast quadratische Pfeiler K getheilt.

Meistens steht der Ortsstoß vor dem Pfeilerabbau parallel mit dem Streichen des Flötzes. Dieß ist jedoch nicht immer der Fall, sondern der Ortsstoß richtet sich nach dem Verhalten der Schlechten, welche das Kohl durchsetzen, indem der Stoß ihnen möglichst entgegen geführt werden muß, wodurch derselbe häufig eine schiefe Richtung annimmt, oder diagonal zu stehen kommt.

Der Schram wird, wie beim Streckenbetriebe, entweder auf der Sohle des Flötzes, unmittelbar auf dem Liegenden, oder im Flötz, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter über der Sohle, geführt, und übrigens im Allgemeinen wie beim Ortsbetriebe verfahren.

Ist nun auf diese Weise ein schwebender Stoß, oder ein von zwei Abbaustrecken eingeschlossenes Kohlenfeld bis zu der obern, bereits zu Bruche gegangenen, Abbaustrecke weggenommen, so ist nunmehr, mit Einschluß der unter dem Abbau befindlichen Strecke, eine ziemlich bedeutende Weitung entstanden, welche durch untergesetzte Stempel offen erhalten wird. Das Wegnehmen dieser Stempel, und die Gewinnung der in der Förste mächtiger Flötze beim Abbau stehen gelassenen (angebaueten) Kohlen heißt das Rauben; eine bei mächtigen Flötzen und druckhaftem Gebirge oft sehr schwierige und gefährliche Arbeit.

Der Strebbau oder Abbau mit breitem Blick unterscheidet sich von dem Pfeilerbau dadurch, daß bei ihm keine Vorrichtung statt findet, sondern dieselbe erst gleichzeitig mit dem Abbau erfolgt. Das Feld wird dabei nicht abgetheilt, sondern sogleich ein bedeutender Theil desselben in Abbau genommen. Gewöhnlich werden die schwachen Flötze von $\frac{1}{2}$ Lachter bis 6 Zoll Mächtigkeit auf diese Weise

abgebauet; jedoch entsteht ein Nachtheil dadurch, daß kein Feld vorgerichtet ist. — Fig. 6. Taf. V. giebt eine Ansicht von einem Strebbau, wie er z. B. zu Anzin im französischen Norddepartement, und mit wenigen Abänderungen auch zu Mons in den Niederlanden im Betriebe ist; a ist eine von einem Schachte ausgehende Grundstrecke, b sind streichende Förderstrecken, c ist eine schwebende Förderstrecke (Bremsberg, Rollschacht bei stärker geneigten Flötzen), d eine Diagonale (bei schwächer geneigten Flötzen), e Strebe. — Die Kohlen werden in der Sohle verschrämt, und am obern Stoß geschlitzt und dann hereingeschlagen.

Sehr schwache Flötze, wie z. B. das Kupferschieferflötz im Mansfeldschen, die Steinkohlenflötze zu Lardin im Departement der Dordogne, erfordern, wenn sie mit Vortheil abgebauet werden sollen, sehr niedrige Räume, indem man so wenig als möglich von dem Dach- und Sohlengestein gewinnen darf. Deshalb können aber auch die Bergleute nicht stehend, sondern nur auf den Knieen oder auf der Seite liegend arbeiten. Sie haben zu dem Ende am linken Arm und an der linken Hüfte ein Brettchen angebunden, um darauf zu rutschen und zu liegen. Man nennt diese beschwerliche Arbeit Krummhölzer- oder Krummhälser-Arbeit. Das gewonnene Sohl- und Dachgestein wird in den verlassenen Streben versetzt.

Zuweilen, wie z. B. in der Gegend von Lüttich, werden flach geneigte Flötze durch Baue gewonnen, die weder Pfeiler- noch Strebbaue sind, sondern weiter nichts als breite Strecken, die streichend getrieben werden. Jedoch hat diese Art des Steinkohlenbergbaues große Mängel. Es müssen immer bedeutende Kohlenpfeiler dabei stehen bleiben. Ueberhaupt muß man jede Art des Abbaues vermeiden, wobei Pfeiler zur Sicherung stehen bleiben müssen, die auch später nicht geraubt werden können. Jedoch findet man, besonders in England, Frankreich und

in den Niederlanden noch mehrere Abbausysteme, bei welchen dieses statt findet.

Bau auf stehenden oder stark geneigten Flötzen.

Im Vorstehenden ist nur vom Abbau auf solchen Flötzen die Rede gewesen, welche eine flache Neigung von 20 und einigen Graden gegen den Horizont haben. Was den Angriff solcher Flötze betrifft, welche stärker und bis zu 90° fallen, und eine mittlere Mächtigkeit haben, so ist dabei Folgendes zu bemerken: Gern wählt man zur Vorrichtung eines solchen Flötzes einen tonnlägigen oder flachfallenden Schacht, d. h. der auf der Fallungsebene des Flötzes von Tage bis zur Mittel- oder Grundstreckensohle niedergebracht wird. Aus demselben geht man mit streichenden Oertern fort, und richtet sich so die Pfeiler vor, wobei jedoch vorausgesetzt wird, daß der Druck aus dem Hangenden nicht sehr groß ist. In Schlesien z. B. treibt man in diesem Falle die Strecken in 8 Lachter Entfernung, bei starkem Druck 4 bis 5 Lachter, unter einander liegend. Nun muß man mit Schienenhölzern einen verdeckten Wetterzug legen, theils um Wetter nachzuführen, theils um dadurch beim untern Abbau zu verhindern, daß die Berge des alten Mannes herunterstürzen, welche einen reinen Abbau verhindern würden.

Wenn das Ort 1 bis 3 Lachter in der Abbaustrekkensohle getrieben wird, so werden die Schienen in solchen, deren Sohle durch die Linie A B Fig. 7. Taf. V. angedeutet worden ist, von a nach b gelegt. In den Raum abc werden Berge gestürzt, und es geht die Förderung darüber weg. Der Raum x bleibt offen und dient zum Wetterzug. Die Schienen ab legen sich so fest, daß, wenn der Pfeiler e oberhalb der Strecke abgebauet ist, und unterhalb d der Pfeiler, nachdem für diesen eine gleiche Abbaustrecke getrieben, angegriffen wird, man völlig bis an ab herangehen, und so die Pfeiler rein abbauen kann.

Da, wo auf den stehenden Flötzen bereits in oberer Teufe Abbau statt gefunden hat, oder wo die örtlichen Verhältnisse nicht für einen flachen Schacht sprechen, wird ein seigerer Schacht abgesunken, entweder auf eine Mittelsohle, oder sogleich bis zu der tiefen Grundstrecke. Aus diesem werden in den Abbaustreckensohlen die Querschläge zu dem abzubauenden Flötze und weiter bis zu den hangenden und liegenden Flötzen getrieben, welche in einem Abbau genommen werden sollen. Man bauet die Flötze vom Hangenden zum Liegenden ab, treibt die oben bemerkten Abbaustrecken bis auf die halben Schachtlängen im streichenden Felde des Flötzes, und nur die Mittel- oder Grundstrecke bis dahin, wo wieder ein neuer Schacht, der Förderung und der Wetter wegen, abgeteuft werden muß. — Der Pfeilerbau oberhalb der Strecken wird nun entweder schwebend oder streichend, je nachdem die Schlechten der Kohlen gehen, angefangen, und bis auf die zuerst noch nothwendigen Schachtpfeiler fortgesetzt.

Der sogenannte Stoßbau, mittelst dessen in der Grafschaft Mark stark fallende Flötze abgebauet werden, ist eine Art Förstenbau, von welchem es zweierlei Arten giebt. Entweder wird nämlich ein 12 bis 15 Lachter hoher Pfeiler mit einer Strecke unterfahren und vorgerichtet, und dann der ganze Pfeiler in verschiedenen Stößen mit einem Male weggebauet; oder es wird ein Pfeiler von ganz unbestimmter Höhe, von unten nach oben, durch Stöße, die abwechselnd vor und zurück getrieben werden, weggenommen.

Eine nothwendige Bedingung für jeden Stoßbau ist die, daß das Flötz eine bedeutende Menge Berge enthalten muß, welche mit zu gewinnen sind; ganz besonders gilt dieß von der letztern Art des Stoßbaues. Bei der ersten Art ist außerdem noch erforderlich, daß das Hangende des Flötzes gut sei, daß das Flötz nicht über 35°, höchstens 45° falle, daß die Erhaltung der Stückkohlen

keinen sehr großen Werth habe, und daß sich die Kohlen leicht von den Bergen absondern und rein erhalten lassen. — Auf eine ganz ähnliche Weise werden auch in der Umgegend von Lüttich, bei Dudley in England ꝛc. die stehenden Flötze abgebauet.

Man muß bei jedem, in gutem Betriebe befindlichen Steinkohlen-Abbau folgende allgemeine Regeln berücksichtigen.

1) Bei Aus- und Vorrichtung eines Kohlenfeldes muß auf die möglichste Concentrirung des Baues vorzüglich Rücksicht genommen werden. Auf einem concentrirten Baue werden die Kohlen rasch abgebauet und weniger der Gefahr des Abtrocknens ausgesetzt, das in vielen Fällen so sehr nachtheilig ist. Ferner sind die Vorrichtungen zur Streckenförderung, Schienenwege, Straßenbäume ꝛc., so wie die Förderung selbst, weniger kostbar. Es sind weniger Wasser zu besorgen, als in zerstreuten Bauen, und endlich läßt sich ein solcher Bau leichter beaufsichtigen.

2) Je größer das vorgerichtete Kohlenfeld sein kann, desto vortheilhafter ist der Abbau desselben. Am besten ist es, wenn das Kohlenfeld eine hinlängliche Größe hat, um bei einem raschen Abbau bequeme Vorrichtungen zu gestatten. Die Größe des Kohlenfeldes muß aber immer mit den Kosten der Aus- und Vorrichtung im Verhältnisse stehen, und wenigstens so bedeutend sein, daß diese durch den zu erwartenden Gewinn gedeckt werden.

3) Um hiervon in allen Fällen überzeugt zu sein, ist es aber erforderlich, bei der bekannten Mächtigkeit und bei dem erforschten Aushalten des Flötzes das in dem anstehenden Felde befindliche Kohlenquantum nach richtigen Grundsätzen berechnen zu können. Am zweckmäßigsten wird diese Berechnung angestellt, wenn auf dem abzubauenden Felde einige Quadratlachter probeweise ausgehauen, und die hiervon gewonnenen Kohlen gemessen werden. Wo

dieß aber nicht möglich oder zu weitläuftig ist, da müssen erfahrungsmäßige Grundsätze aushelfen.

4) Die Ausrichtungsarbeiten müssen nie auf einer Grube zurückstehen. Sie können für Feststellung eines zweckmäßigen Bergbau- und Betriebsplans nicht weit genug ausgedehnt werden, wenn es sonst die übrigen Umstände erlauben.

5) Während des Abbaues des vorgerichteten Kohlenfeldes muß auf den Kohlengruben bald wieder neues Feld zum Abbau vorgerichtet werden, da der Abbau auf Kohlengruben sehr rasch vorschreitet.

6) Sicherung gegen Grubenbrand ist bei dem Abbau, besonders der mächtigen Steinkohlenflötze, ein wesentlicher Gegenstand des Betriebs. Auf die Mittel, ihn zu verhindern, kommen wir im vierten Hauptstück zurück.

Zum weitern Studium des so höchst wichtigen, hier nur ganz im Allgemeinen betrachteten Steinkohlen-Abbaues sind folgende Schriften zu empfehlen:

Winkler, praktische Beobachtungen über den Betrieb des Grubenbaues auf Flötzgebirgen. Berlin, 1794.

Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Ausg. Bd. II. S. 542 ꝛc.

Edinburgh Encyclopaedia. Vol. XIV. Article Mine, von dem Ingenieur Rob. Bald.

Heintzmann, über Vorrichtung und Abbau von Kohlenflötzen. Mit besonderer Beziehung auf Oberschlesien. Karsten's Archiv. Bd. II. S. 34 ꝛc.

v. Deynhausen und v. Dechen, über den Stoßbau in der Grafschaft Mark. Daselbst. Band VII. S. 411.

Dieselben, Bemerkungen über den Steinkohlenbergbau in den Niederlanden und in den angrenzenden Theilen des nördlichen Frankreichs. Daselbst. Bd. X. S. 107.

Berg-

Berg- und hüttenmännischer Wegweiser durch Oberschlesien. Berlin 1828 *).

Neunter Abschnitt.

Von den Strossen- und Förstenbauen.

Zum Abbau der Gänge und auch der gangweise fallenden Lagen von mittlerer und geringerer Mächtigkeit wendet man die Strossen- und Förstenbaue an.

Der Strossen- oder Straßenbau S Fig. 1. Taf. VI. wird in der Richtung von oben nach unten angelegt, indem man von der Sohle der Strecke rr aus Stufen niederwärts aushauet. Es wird nämlich auf der Sohle der Strecke ein Abteufen s angefangen, und alsdann nach der Richtung der Sohle das Erz ausgehauen. Ist der Häuer etwas vorwärts, so wird das Abteufen um einige Fuß tiefer gehauen, und ebenfalls nach der Richtung der Strecke von einem zweiten Häuer das Erz ausgehauen, jedoch so, daß dieser zweite immer um mehrere Fuß hinter dem ersten zurückbleibt. Der Bau kann auch von einem Schacht aus begonnen werden, und alsdann ist das Abteufen nicht nöthig. Wenn dieser Bau eine Zeitlang betrieben ist, so erhält er vollkommen das Ansehn einer Treppe.

Das Abteufen muß immer stärker belegt werden als die Strossen, denn jenes ist weit mühsamer zu bearbeiten, kostet also auch mehr Zeit; man würde demnach mit der Strosse zu weit auffahren, ehe man wieder Teufe genug zur Anlage einer zweiten erlangt hätte. Geht man mit

---

*) Diese Schriften, besonders der Aufsatz des Herrn Heintzmann, sind von mir bei der nothwendig gewesenen Umarbeitung dieses Abschnittes benutzt worden. H.

dem Abteufen fort, so daß dieses stets um viele Lachter voraus ist, so muß man eine Bühne schlagen, damit die Arbeiter nicht von Wänden, welche sich auf der Strosse losziehen, beschädigt werden können. Wenn mit einem Schacht ein bauwürdiges Mittel durchsunken ist, welches sich auf den beiden Schachtstößen zeigt, so geht man nach beiden Richtungen mit einem Feldort r, r auf dem Gange fort. Die Sohle dieses Feldorts wird alsdann durch die zweite Strosse herausgerissen ꝛc. Ein solcher Strossenbau, der zu beiden Seiten eines Schachtes liegt, wird zweiflügelich genannt; man findet dergleichen auf mehreren Gruben zu St. Andreasberg. Das Verhältniß der Höhe einer Strosse zu ihrer Länge ist gewöhnlich 1 : 3 oder 1 : 4. Macht man die Strossen höher, so entsteht daraus das sogenannte Langschubhauen, welches fehlerhaft ist, indem hierbei die Schüsse nicht mit dem Vortheil angelegt werden können, als wenn man das gehörige Verhältniß der Höhe zur Länge der Strossen beobachtet. Wird der entgegengesetzte Fehler begangen, und die Strosse zu hoch gehauen, so rückt der Bau zu wenig in's Feld, und das Erzmittel wird also nicht seiner ganzen Erlängung nach ausgehauen. Bei dem Begehen dieses Fehlers wird gesagt, man habe sich in den Sack gebauet.

Bei mächtigen Gängen haut man die Strossen nur allein auf dem Gange, und schießt aus dem Ganzen. Das Verschrämen des Ganges ist in diesem Falle ganz unnöthig. Bei nicht ganz mächtigen Gängen ist es am vortheilhaftesten, das Nebengestein zuerst auf eine ganze Erstreckung hinwegzunehmen, und alsdann die Strossen im Gange nachzuhauen.

Hier wird durch das Verschrämen der Gang von vielen Seiten frei, und er kann um so leichter durch die Sprengarbeit gewonnen werden. Ist der Gang von geringer Mächtigkeit, so daß man mehr Nebengestein als Gang aushauen muß, um der Strosse die gehörige Breite

zu geben, so ist es wohl am besten, den Gang durch den Schram zu gewinnen, und nachher das feste Nebengestein auszuschießen. Bei dem Strossenbau mit Verschrämung wird man immer auf diejenige Seite den Schram legen, auf welcher das Gestein am meisten gebräch oder losgezogen ist. Hat der Gang im Hangenden eine Ablösung, so legt man den Schram nicht gern in's Liegende, weil in diesem Falle das unverschrämte Gestein, da es nicht angewachsen ist, zur unrechten Zeit nachkommen könnte.

Es ist nicht rathsam, alle Strossen zu belegen, sondern viel besser, auf 2 Strossen nur einen Häuer arbeiten zu lassen, weil die Häuer, wenn auf jeder Strosse einer liegt, sich in der Arbeit hindern. — Da höchst selten und fast niemals alles Gestein, welches durch Strossenbaue gewonnen wird, erzhaltig ist, und da dessen Förderung sehr viele Kosten verursachen würde, so muß es wieder in der Grube verstürzt werden. Zu dem Ende werden, sobald der Strossenbau einige Länge und Tiefe erreicht hat, Stempel vom Liegenden zum Hangenden eingezogen, auf welche Bohlen, Latten ꝛc. gelegt werden, um darauf das unhaltige Gestein zu stürzen. Solcher Kasten werden nun, so wie man weiter im Baue vorrückt, mehrere angelegt, und sie dienen zu gleicher Zeit zur Unterstützung, indem sie die überflüssigen leeren Räume wieder ausfüllen. In Fig. 1. Taf. VI. sind auf Strossenbau S, in uu, Kasten im Durchschnitt dargestellt.

Die Strossenbaue werden in der Richtung von oben nach unten angelegt, so daß in dem Gestein eigentliche Stufen ausgehauen werden; gerade umgekehrt werden nun die Försten- oder Firstenbaue vorgerichtet, wie in F Fig. 1. Taf. VI. gezeigt worden. Steht nämlich in der Förste einer Strecke o Erz an, und man ist sicher, daß dasselbe nach einer bestimmten Richtung ausgedehnt ist, und einen größern Erzpunkt macht, so bricht man über

sich, d. h. man haut aus der Förste bei F 4′ in perpendiculärer Richtung ein Stück aus, so daß man einen Schacht, der von unten nach oben geht, bildet. Von diesem Punkt aus haut man alsdann das Erz zunächst unmittelbar über der Strecke hinweg, und bildet so die erste Förste; ist diese angelegt, so nimmt man nun das Erz über dieser weiter weg, indem man es nach der Richtung der Förstenstrecke heraushaut. Da man aber diese zweite Förste bald nach der ersten anfängt, d. h. die zweite belegt, sobald die erste 1 Lachter aufgefahren ist, so entstehen ähnliche Absätze, wie beim Strossenbau, nur daß sie umgekehrt sind, und der Arbeiter nicht darüber, sondern darunter steht. Ueber der Strecke wird bei diesem Bau ein Gewölbe, oder ein Förstenkasten geschlagen, auf welchem alle Berge, die auf dem Förstenbaue gewonnen, gestürzt werden, so daß die Arbeiter selbst auf den Bergen stehen, wenn sie das Gestein bearbeiten. Wenn dieses Förstengewölbe gehörig fest ist, so können darauf, ohne weitere Zimmerung oder Mauerung, alle Berge gestürzt werden, und man erspart also hier die kostspielige Kastenzimmerung, welche bei den Strossenbauen nöthig ist. F Fig. 1. stellt einen Förstenbau vor, welcher auf der Strecke o bei 4′ angefangen und bis in den Schacht fortgetrieben worden ist. So lange nun Erz an den Absätzen des Förstenbaues entsteht, kann man mit dem Aushauen fortfahren, und so alle vorliegenden edlen Mittel gewinnen. Bei diesem Abbau muß aber immer sehr sehr sauber gearbeitet, und die zu Fuße gehauenen Berge müssen immer regelmäßig aufeinander geschichtet werden, weil sonst leicht vieles Erz mit unter die Berge gehauen werden kann.

Da oft beide Arten des Abbaues, sowohl Förstenals Strossenbaue, auf einer und derselben Lagerstätte, ja oft auf einer Grube in Anwendung kommen, so kann man mit Recht die Frage aufwerfen, welcher von beiden die meisten Vorzüge hat, und unter welchen Umständen die

Anlage des einen oder des andern vortheilhafter sei. Man hat hierbei folgende Punkte zu erwägen:

1) Vortheilhafter ist unleugbar da die Anlage der Strossenbaue, wo dem Häuer das Gestein zufällt; da aber, wo es ihm entfällt, wird es besser sein, Förstenbaue anzulegen. Es wird nämlich die Arbeit sehr erleichtert, wenn der Bau dieselbe Neigung wie das Gestein hat. Legt man also von einem Punkt aus nach zwei Richtungen auf einem und demselben Gange Abbaue an, so muß man, wenn auf der einen Seite ein Förstenbau angelegt worden ist, auf der andern einen Strossenbau anbringen.

2) Bei Gängen, die sich oft trümmern, ist es ferner besser, einen Strossenbau als einen Förstenbau anzulegen, weil man mit dem Förstenbau, wenn man einmal auf dem falschen Trumm sitzt, auch darauf bleibt, bei dem Strossenbau dagegen dieses nicht so leicht zu besorgen ist.

3) Die Geschicke, die auf den Gängen brechen, bestimmen zugleich auch noch, ob die eine oder die andere Art des Abbaues die bessere sei. Da, wo edle Geschicke auf einem Gange brechen, wird immer der Strossenbau dem Förstenbaue vorzuziehen sein, weil man bei dem erstern weit genauer die Erze von den Bergen sondern kann, dahingegen es beim Förstenbaue sehr leicht geschieht, daß die Erze unter die auf dem Förstenkasten aufgestürzten Berge fallen.

4) Ein Vorzug des Strossenbaues vor dem Förstenbau ist auch, daß ersterer sogleich, sobald man nur seine Anlage beginnt, Erz liefert; bei der Anlage des Förstenbaues dagegen muß man erst das ganze Mittel durchsinken, ehe man eigentlich zur Erzgewinnung kommt.

5) Der Vortheil, der aus der bequemern Arbeit auf dem Strossenbau hervorgeht, indem der Arbeiter das Gestein unter sich hat, und auch wohl mit einem schwerern Fäustel arbeitet, kann mit einem ähnlichen Vortheil, den die Förstenbaue gewähren, nicht verglichen oder in

Betracht gezogen werden. Denn ob es gleich dem Arbeiter auf dem Förstenbaue schwerer wird, indem er die Arbeit über sich hat, und nur mit einem leichten Fäustel arbeiten kann, so drückt doch hier das Gestein mit seiner Schwere entgegen, und diese Schwere, welche der Arbeiter auf der Strosse mit überwinden muß, wirkt hier vortheilhaft, und erleichtert ihm die Arbeit. Hieraus sieht man aber auch zugleich, daß Förstenbaue nur im festen Gestein mit Vortheil und ohne Gefahr angelegt werden können; denn im gebrächen Gestein ist es gar zu leicht möglich, daß sich Wände unvermuthet loßziehen und die Arbeiter erdrücken.

6) Der wichtigste Vortheil, den der Förstenbau vor dem Strossenbau gewährt, ist unleugbar die Ersparung der Kastenzimmerung, die bei dem Strossenbau so häufig in Anwendung kommt. Bei den Förstenbauen hingegen braucht nur ein Förstenkasten geschlagen, oder noch besser ein Gewölbe gesprengt zu werden. Besonders in solchen Ländern, wo Mangel an Holz ist, sucht man aus diesem Grunde die Strossenbaue so viel als möglich zu vermeiden. In den Kupfer- und Zinnbergwerken von Cornwall, wo das Holz sehr theuer ist, indem es aus Norwegen kommt, legt man jetzt fast überall Förstenbaue an; eben so hat man sie jetzt aus gleichem Grunde, statt der Strossenbaue, in den Bergwerken von Poullaouen in Bretagne eingeführt. Im Erzgebirge Sachsens sind ebenfalls vorzüglich Förstenbaue seit Jahrhunderten im Betriebe; zu St. Andreasberg am Harz dagegen, wo reiche Geschicke brechen, Strossenbaue.

7) Wenn man Erzbaue an wassernöthigen Punkten anlegt, so ist auch der Strossenbau unleugbar im Nachtheil gegen den Förstenbau. Denn aus dem Förstenbau fallen die Wasser auf die Strecke, und laufen darauf bis zum Schacht, in welchem sie durch Kunstgezeuge mit den andern Wassern der Grube gehoben werden. Beim Stros-

senbau aber muß man, ehe noch der Bau bis auf die untere Strecke gelangt ist, zu Handpumpen seine Zuflucht nehmen.

8) Bei der Förderung hat der Strossenbau endlich ähnliche Nachtheile, wie bei der Wasserhaltung, indem aus dem Strossenbaue zur Förderung besondere Haspel vorgerichtet werden müssen, wenn er nicht unmittelbar mit dem Förderschachte in Verbindung steht; dagegen bei dem Förstenbaue die Erze durch sogenannte Rollschachte, welche durch die verstürzten Berge bis auf die untere Strecke gehen, auf diese geworfen, und von hier bis zum Treibschacht gefördert werden.

Man ersieht aus dem Obigen, daß bei der Anlage der einen oder der andern Art von Abbauen locale und manche andere Verhältnisse berücksichtigt werden müssen.

Da es nun die diesem Werke gesteckten Grenzen nicht erlauben, specieller in den Betrieb der Strossen- und Förstenbaue einzugehen, so führen wir schließlich noch mehrere Werke auf, welche besonders zweckmäßig zum weitern Nachlesen sind:

Delius's Bergbaukunst. I. S. 369.

d'Aubuisson, des Mines de Freyberg en Saxe. 3 Tom. Freyberg, 1803.

Mohs, Beschreibung des Grubengebäudes Himmelsfürst unweit Freyberg. Wien, 1804.

Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Ausgabe. II. S. 227.

Schulz, Beiträge zur Geognosie und Bergbaukunst. Berlin, 1821. S. 84.

Derselbe in Karsten's Archiv. Bd. II. S. 110.

Zehnter Abschnitt.

Von dem Scheiden der Erze in der Grube.

Es ist schon mehrmals gesagt worden, daß es sehr vortheilhaft sei, beim Abbau eines Ganges ihn auf einer seiner Flächen eine gewisse Strecke zu verschrämen, die Sohle der Strosse oder der Strecke so gut als thunlich zu reinigen, und dann erst die Gangmasse mittelst Fimmeln oder mittelst sehr schwacher Schüsse zu gewinnen. Nach dem Hereinnehmen der Gangmasse ist es gut, sofort eine erste Scheidung des Erzes vorzunehmen, so daß das reinste und reichste für sich allein in Körben, Kübeln oder ledernen Säcken zu Tage ausgefördert, und in die Magazine gebracht werden könnte.

In dem Augenblicke, daß das Erz hereingeschlagen ist, kann man am besten über seinen Reichthum und über seine Reinheit urtheilen, und da die reichsten Theile im Allgemeinen auch die zerbrechlichsten sind, so kann ich durch Erfahrung darthun, daß der Verlust, der durch die gewöhnliche Förderungsmethode entsteht, sich bis auf ein Fünftel beläuft. Sind nicht auf jeder Strosse oder auf jeder Strecke Ausschläger vorhanden, so ist des Häuers erste Arbeit, nachdem der Schuß weggethan worden, alles das mittelst der Keilhaue oder des Fäustels loszumachen, was durch das Sprengen blos erschüttert und gerissen ist, wobei er keine Rücksicht auf das schon niedergefallene Erz nimmt, darauf tritt und es beschmuzt. Sind die Blöcke zu schwer, um in die Laufkarren oder Hunde geladen zu werden, so zerschlägt sie der Häuer, der sich beeilt, sein Ort zu säubern, mit großen Schlägeln auf's Gerathewohl, und da die weichen Theile auch die sprödesten sind, so fällt viel Erz in den Schlamm. Nachdem die großen Stücke bis zum Schacht gefördert sind, bringt man die kleinen mit der Kratze zusammen, und fördert sie ebenfalls

dahin. Dort wird Alles in eine Tonne gefüllt, die großen und schweren Stücke werden nochmals zerschlagen, und da die Schachtöffnung und die Pochwerke, Wäschen oder Schlämmanstalten gewöhnlich in größerer oder geringerer Entfernung von einander liegen, so wird das ganz beschmuzte Erz nun nochmals in Hunde, Karren oder Wagen geladen, um dorthin transportirt zu werden. Durch dieß Ein- und Ausladen, durch diesen wiederholten Transport, sind die reichsten Theile von dem Erze, mit Schlamm bedeckt, zerbrochen und zu kleinen Stückchen oder zu Pulver reducirt worden, so daß, ich wiederhole es nochmals, ein Fünftel des Erzes, welches bei der Aufbereitung noch einen namhaften Verlust erleidet, verloren geht.

Eine vernünftige Grubenadministration wird daher diese Nachtheile zu vermeiden suchen, und dieß ist der Zweck des Ausschlagens in der Grube, wovon das über Tage im Ganzen genommen nur Fortsetzung ist.

Der Ausschläger muß daher die ganz tauben Bergarten so genau, als in der Grube möglich ist, von den Erzen scheiden. Dabei separirt er verschiedenartige Erze von einander, so daß sie, jede Art für sich, ausgefördert werden können. Er muß ferner die guten, d. h. die ganz derben Erze, die keiner weitern Aufbereitung bedürfen, besonders aushalten, und den Rest nach den verschiedenen Aufbereitungsarbeiten, die sie noch durchgehen müssen, so viel als sich dieß thun läßt, in verschiedene Sorten ausscheiden.

Im Allgemeinen geschieht das Absondern daher in 2 Klassen: in Gänge und in Berge, d. h. in erzhaltige und in ganz taube Stücke. Letztere bleiben, wo möglich, in der Grube, und werden zum Versetzen gebraucht. Erstere theilt er, nach ihrem verschiedenen Reichthum und Gehalt, nach der Beschaffenheit der Gänge ꝛc., weiter ab. — Obwohl nun das Ausschlagen in der Grube nicht ganz so genau sein kann, als das über Tage, so müssen

die Ausschläger dennoch stets mit der nöthigen Aufmerksamkeit arbeiten.

Da die ganze Arbeit aber nur im Groben geschieht, so ist dabei eine Hauptregel, daß der Ausschläger suchen müsse, die Erze in so großen Massen zu lassen, als es der Zweck seiner Arbeit erlaubt. Er muß also alle unnöthige Zerkleinerung vermeiden, welches theils deshalb nothwendig ist, um die Förderung zu erleichtern, theils und vorzüglich aber, um den sonst unfehlbar mehr oder weniger erfolgenden Abgang an Erz zu verhüten. Das Ausschlagen geschieht mit mehr oder minder großen Fäusteln.

Bei reichen Erzen ist es nicht rathsam, das Ausschlagen durch gewöhnliche Häuer vornehmen zu lassen, und man thut besser, wo man diese Arbeit nicht, wie im Erzgebirge, durch sogenannte Ganghäuer verrichten lassen kann, die besondere Aufsicht darüber dem Untersteiger zu übertragen, oder einem andern Beamten, auf dessen Treue man sich verlassen kann, und der seine Gangmasse genau kennt. Auch ist es zweckmäßig, die Ausförderung dieser reichen Erze in besonderen Gefäßen vorzunehmen.

Die kleineren Stückchen, die bei dem Ausschlagen entstehen, werden durch den Grubenschmand zu unkenntlich, um sie zu einer der ausgeschlagenen Sorten bestimmen zu können. Der Ausschläger muß sie daher besonders aushalten, worauf sie dann mit dem übrigen Grubenklein ausgefördert und den Aufbereitungsarbeiten übergeben werden.

Ich schließe hier diesen Abschnitt; denn alle folgenden Arbeiten, die mit dem Erz in den Pochwerken, Wäschen ꝛc. vorgenommen werden, gehören nicht zur Bergbau-, sondern sind weit eher Gegenstand der Hüttenkunde, die außerhalb der Grenzen dieses Werks liegt, indem dieselben mit der Untersuchung der Gebirge auf nutzbare Mineralien beginnen und mit der Förderung aufhören. Die Art von Wäsche, die man zu Bleiberg bei Aachen mit dem Erze

vornimmt, um die Erznieren oder Knoten für sich darzustellen, ist nur eine Scheidung.

Eilfter Abschnitt.

Von dem Betriebe der Seifenwerke.

Der Sand und die Dammerde, welche Gold-, Platin- und Zinnkörner enthalten, werden mittelst des Wassers bearbeitet, das man in Gruben leitet, welche zu diesem Zwecke vorgerichtet worden sind.

Diese Vorrichtungen, die man Seifenwerke nennt, findet man sehr häufig in Brasilien, in Chili, Mexiko, Peru, Buenos-Ayres und am Ural, um Gold und Platin, und in Cornwall, um Zinnerze zu gewinnen.

Die Gebirgsart, welche in Amerika das meiste Gold enthält, ist eine Art losen Conglomerats, welches aus groben Quarzkörnern besteht, die den portugiesischen Namen Casalho oder Cascalho führt, und sich unmittelbar unter der Dammerde befindet.

„Wenn man," sagt Mawe in seiner Reise nach Brasilien, „einen hoch liegenden Strom Wasser herbeiführen kann, so haut man Stufen oder Strossen in den Cascalho, die zwanzig bis dreißig Fuß lang, zwei bis drei Fuß breit, und nur einen Fuß hoch sind. Auf dem Grunde zieht man einen Graben von zwei bis drei Fuß Tiefe. Auf jede der Strossen stellt man sechs bis acht Neger, die, indem das Wasser langsam herabfließt, die Erde oder den Sand ohne Unterlaß mit der Kratze umrühren, bis daß das Ganze in einen flüssigen Schlamm verwandelt und weiter herunter geführt worden ist. In dem untern Graben bleiben die Goldblättchen liegen, und fallen, vermöge ihres größern specifischen Gewichts, auf den Boden nieder."

„Nachdem fünf Tage auf diese Weise fortgearbeitet

worden ist, nimmt man den Absatz aus dem Graben heraus; er ist fast ganz schwarz, und besteht aus Eisenoxyd, Kiesen, eisenschüssigem Quarz und aus Goldblättchen. Man bringt den Absatz darauf in einen andern Strom Wasser, und unterwirft ihn einer neuen Wäsche."

„Hierzu wendet man trichterförmige Tröge oder Schüsseln an, die oben zwei Fuß, und unten sechs Zoll weit sind. Jeder Wäscher hebt aus dem Wasser fünf bis sechs Pfund goldhaltigen Absatz mit dem Troge heraus, dazu eine gewisse Quantität Wasser, und bewegt es mit einer großen Gewandtheit hin und her, bis alle Goldblättchen in dem Troge zu Boden fallen, oder an dessen Seiten hängen bleiben, indem sie sich von den leichtern Substanzen trennen."

„Man leert darauf die Tröge in einen andern, weit größern, der mit Wasser angefüllt ist, aus, und in dem sich das Gold in kleinen Blättchen, oder in Körnern, bis zur Größe einer Nuß, absetzt."

Dieß ist die in den Wäschen von Jaragua, Contogallo, Minas Geraes in Brasilien, und wahrscheinlich auch in denen von Chili, Mexiko, Buenos-Ayres und Peru angewendete Methode; auch sind es fast dieselben Mittel, welche die Goldwäscher bei dem Waschen des goldhaltigen Sandes einiger unserer europäischen Flüsse, des Rheins, des Gard, der Rhone ꝛc. anwenden.

Das Platin findet sich in einer Gebirgsart eingesprengt, die zu gleicher Zeit Goldblättchen und Körner enthält, und ist so genau mit diesen verbunden, daß man das eine nicht ohne das andere gewinnen kann. Die Wäschen, welche dieses doppelt kostbare Produkt liefern, sind die der großen Ebene von Choco in Neu-Granada, einige Grad nordwärts von dem Aequator, die eine Ausdehnung von 600 Quadrat-Lieues hat.

Man führt besonders Condoto, Viroviro, Santa Lucia und das Dorf Loro an, in deren Nähe man Gold,

Platin und versteinerte Baumstämme mitten in dem Cascalho findet. Uebrigens kommt nicht alles im Handel verbreitete Platin allein aus diesem Theil Nordamerika's, es findet sich auch einiges in den Wäschen von Brasilien, auf St. Domingo, und in neuerer Zeit ist es, unter ähnlichen Verhältnissen, in den Alluvionen des ural'schen Erzgebirges, auf einer Längenerstreckung von fast 10 Breitengraden, vorgekommen *). Das von Choco soll die größten Körner enthalten. Da nun die Platin- und Goldblättchen mittelst Waschens oder irgend eines andern mechanischen Mittels nicht von einander zu trennen sind, so nimmt man zur Amalgamation seine Zuflucht, wodurch das Gold aufgelöst wird, indem das Platin zurückbleibt.

Es ist merkwürdig genug, daß sich die drei kostbarsten Naturkörper in denselben Gebirgsarten beisammen finden, und fast auf gleiche Weise gewonnen werden; denn auch die Diamanten kommen in demselben Cascalho vor, der das Gold und das Platin enthält, und man findet und gewinnt diese ebenfalls durch Waschen.

Die Zinngrube von Carclase in Cornwall giebt uns das Beispiel einer Erzgewinnung durch directe Anwendung des Wassers, und obwohl das Vorkommen einzig ist, so verdient es nichts desto weniger beschrieben zu werden, da es der Fall sein kann, daß sich dieselben Umstände auch anderwärts zeigen.

Diese, an dem Abhange und fast auf dem Gipfel eines Granithügels, mitten in einer unangebaueten Haide liegend, zeigt eine Pinge oder Aufdeckarbeit von 150 Lachtern Länge, 60 Lachtern Breite und 20 Lachtern Tiefe **). Ihre Wände haben durch die Gewinnungsarbeiten, so wie

---

*) Bemerkungen über die Lagerstätte des Platins am Ural, Poggendorff's Annalen, Bd. XIII. S. 566. H.

**) Dufrenoy et de Beaumont, Voyage métallurgique en Angletèrre. Paris, 1824. pag. 102 etc. Karsten's Archiv, Bd. XIII. S. 83. 117. H.

durch die Einwirkung der Atmosphärilien, sonderbare und schroffe Gestalten angenommen, die gothischen Ruinen zu vergleichen sind.

Die Regenwasser tragen viel zur Gewinnung bei, indem sie an den Wänden herabfließen, den zerreiblichen Granit auflösen, und die kleinen Trümmer von Zinnerz frei machen, welche ihn nach allen Richtungen durchsetzen, dieselben auch zerstören und sie nach dem untern Theile der Grube führen. Die Arbeit der Bergleute beschränkt sich alsdann blos darauf, diese Erzbruchstücke zu sammeln; auch ist es zuweilen der Fall, daß sie kleine Wasserströme zu Hülfe nehmen, um die Gewinnung zu beschleunigen, indem sie dieselben mitten durch die Haide führen, und sie mit Fleiß auf der Oberfläche der Granitfelsen verbreiten, die sie mit der Keilhaue angreifen. Die dortigen Bergleute wissen recht gut, daß es weit leichter ist, den Granit anzugreifen, wenn er befeuchtet worden, und in dieser Hinsicht wird das Wasser ebenfalls ein mächtiges Hülfsmittel zum Abbau.

Die Lagerstätten von Alluvial-Zinnerzen in Cornwall und Devonshire werden, nach den Berichten der Ingenieure Dufrenoy und von Beaumont, stets durch Aufdeckarbeit und mittelst Wasserzuflüssen gewonnen, mit Hülfe deren man die Erze von dem Sande trennt, in welchem sie vorkommen.

Die Anlage der Waschvorrichtungen ist nach der Mächtigkeit und nach dem Reichthume der die Zinnerze führenden Schichten verschieden.

Man fängt damit an, die Thon-, Torf- oder Sandschichten, welche die Seifenzinn-Schicht bedecken, wegzunehmen, und hebt diese dann terassenförmig und in halbkreisförmig angelegten Strossen ab. Die Berge werden mit Schubkarren in den schon ausgegrabenen Tiefen verstürzt. Der Durchmesser des Halbkreises, welcher die unterste Strosse bildet, ist so groß als die Breite der Zinnerz

führenden Schicht beträgt, und lehnt sich, sowohl mit seinen Seitenstößen als nach hinten, an die Felswände, welche das Thal einschließen.

Das Wasser, welches von allen Seiten aus dem Terrain zusammenläuft, wird durch horizontale Ableitungsgräben auf zwei und zwei, oder auf drei und drei Gefällen gefaßt, und durch hölzerne, in Letten gelegte Leitungen bis zur tiefsten Strosse geführt, um den Arbeitern nicht nachtheilig zu werden. Auf dieser untersten Strosse befindet sich nun zugleich die Wasch-Vorrichtung, um den das Zinnerz führenden Sand zu schlämmen, zu waschen und zu sieben Unter den Waschheerden sind Sümpfe angelegt, aus welchen das Wasser zuletzt zu einem Gefälle gelangt, an denen zwei Wasserräder hängen, welche Pumpen in Bewegung setzen, um das Tiefste der Grube vom Wasser zu befreien.

Dieß sind fast sämmliche unmittelbare Dienste, die das Wasser bei der Gewinnung nutzbarer Mineralien gewährt, wenn man dazu die Art und Weise rechnet, wie man die salzhaltigen Gebirge gewinnt, wovon in dem folgenden Abschnitte geredet werden wird.

Was nun die Eisenerze betrifft, die man aus gewissen Morästen des Nordens ausfischt, so steht deren ganz eigenthümliche Gewinnung in durchaus keiner Beziehung zu der, welche uns hier beschäftigt, und hängt nur von örtlichen Umständen ab.

Zwölfter Abschnitt.

Von der Gewinnung des Steinsalzes, des salzführenden Gebirges und der Salzsoole.

Gewinnung des Steinsalzes.

Die Steinsalzbergwerke werden entweder durch Aufdeckarbeit oder durch ordentliche Grubenbaue betrieben. Im

ersten Falle haben sie durchaus nichts Eigenthümliches, und im zweiten zeigen sie uns weite Räume, deren Gewölbe und Stockwerke durch zahlreiche Pfeiler gehalten werden.

Das Gebirge von Cardona in Catalonien, 16 Lieues von Barcelona, welches ungefähr 500 Fuß hoch ist, besteht fast ganz aus Steinsalz, das eine mächtige, ungeschichtete Masse mit senkrechter Zerklüftung bildet, die man mittelst strossenartiger Aufdeckarbeiten, wie den Kalkstein, durch Bohren, Schießen und durch Fimmel gewinnt.

Nach Cordier nimmt dieses Salzgebirge durch die Einwirkung des Regenwassers in hundert Jahren nur um 4 Fuß 8 Zoll 5 Linien an Höhe ab, eine fast unbemerkbare Abnahme, welche den Einwohnern Veranlassung zu der Meinung giebt, daß ihr Steinsalzgebirge dem Regen widerstehe.

In Asien gewinnt man an einigen Orten das Steinsalz durch Aufdeckarbeit, und wegen der Trockenheit des Klima's wird es als Baustein angewendet. Mehrere Gegenden Afrika's zeigen auch solche, durch Aufdeckarbeit abgebauete Steinsalzmassen, deren Produkte sehr weit transportirt werden.

Vorzüglich gehören auch die, stets erwähnten, berühmten Steinsalzbergwerke von Wieliczka und Bochnia in Polen hierher. Zu Wieliczka sind die Baue auf Sohlen oder Stockwerken vertheilt, deren jedes einem Steinsalz-Lager oder Stock correspondirt. Die erste Sohle liegt 200 Fuß, die dritte 700 bis 800 Fuß tief.

Dieser unterste Stock liefert das meiste und weißeste Salz, und wird jetzt nur allein abgebauet. Die Baue haben eine Längenausdehnung von ungefähr 1500 Lachtern, und eine Breitenausdehnung von nngefähr 700 Lachtern. Sie bestehen in ungeheuer hohen Strecken und Weitungen, die 50 und mehrere Lachter hoch sind, und durch Pfeiler, die man von der Steinsalzmasse hat stehen lassen, gehalten werden.

Die Gewinnung des Salzes geschieht mittelst Sprengens,

gen, der Fimmel und Brechstangen. Der Abbau findet auf Förſten ſtatt, und es entſtehen dadurch kegelförmige Räume, die mit einander durch Querſchläge in Verbindung ſtehen.

Die reinſten Salzblöcke werden in der Grube zu Cylindern von 3 Fuß Höhe und 2 bis 2½ Fuß Durchmeſſer, die man Balwanen nennt, zurechtgehauen und ſehr weit hin transportirt, während kleine Stücke im dem Lande ſelbſt verbraucht und verkauft werden.

Zwölf Schachte ſind zur Förderung und Fahrung offen. Die auffahrende Mannſchaft beläuft ſich auf 600 bis 800.

Einige nicht weit von der Oberfläche entfernte Stollen ſind blos dazu beſtimmt, um die Tagewaſſer, die durch die Dammerde ſiekern, aufzunehmen und abzuführen. Zu der Streckenförderung ſind vierzig Pferde beſtimmt; ſie leben gewöhnlich ſechs bis ſieben Jahr in der Grube, und befinden ſich dort, außer daß ſie blind werden, recht wohl.

Die Wetter, die in den weiten Bauen frei wechſeln, ſind rein und trocken. Die Bergleute bleiben hier vollkommen geſund, und die Zimmerung ſteht ſehr lange darin, ehe ſie ausgewechſelt zu werden braucht; dieß iſt jedoch in allen andern Steinſalzbergwerken, und auch in den Soolſchachten der Fall. Dieſe berühmten Bergwerke, die ein Salz liefern, das weiß und durchſichtig wie Eis iſt, ſollen ſeit dem Jahre 1251 im Betriebe ſein. Es iſt in denſelben, unter mehrern Kapellen, auch eine dem heiligen Antonius geweihete vorhanden, in welcher der Altar, ſeine Stufen, ſeine Leuchter, die Kanzel, das Crucifix, die Statüen der heiligen Jungfrau und des Königs Sigismund von Polen aus Steinſalz gehauen ſind, und in der jährlich, zum Gedächtniß einiger Ereigniſſe, die das Bergwerk erlitten hat, ein feierliches Hochamt gehalten wird. Auch einige kleine unterirdiſche Seen ſind in der Gtube vorhanden, auf denen man mit Nachen fahren kann. Alles

dieses, der Glanz der Wände, die Höhe der Gewölbe, die Kühnheit der Pfeiler ꝛc., ist sehr dazu geeignet, das Erstaunen der Reisenden zu erregen, woher es denn auch kommt, daß man so übertriebene Beschreibungen von den Wundern in den Wieliczkaer Bergwerken hat.

Die schönen Bergwerke von Bochnia liegen am nördlichen Abfalle der Karpathen, eine Meile südlich von Krakau, in Gallizien, gehören der Krone Oestreich, und sind wegen der Ausdehnung und Höhe ihrer Baue, besonders aber wegen der Mächtigkeit des Salzlagers, auf welchem sie bauen, und die 300 Fuß beträgt, bekannt.

Man macht die Bemerkung, daß diese berühmten Steinsalzbergwerke eine sehr große Aehnlichkeit mit den weit weniger wichtigen Salinen Oestreichs und Baierns haben, und daß die Kalksteingebirge, welche die Lagerstätten der letztern enthalten, sehr nahe mit denen übereinkommen, an deren Fuße die eben beschriebenen liegen; denn beiläufig sei es gesagt, daß das Salz stets am Fuße großer Gebirgsketten, und in einer geringen Höhe über dem Meere vorkommt. Die Salzniederlage von Hall in Tyrol, die höchste unter den bekannten, liegt nach des Barons L. v. Buch Beobachtungen 848 Toisen (5088 pariser Fuß) über dem Meere.

Die Steinsalzgruben von Northwich in Cheshire bauen ebenfalls auf einem sehr mächtigen Lager von ovaler Form, dessen größere Dimension 2600 Yards, und dessen kleinere 1300—1400 Yards (à 3 Fuß) beträgt.

„Den 13ten März 1827 befuhren wir," berichten die Herren von Oeynhausen und von Dechen in ihren Bemerkungen über das Vorkommen und die Gewinnung des Steinsalzes und des Kochsalzes in England (Karsten's Archiv, Bd. XVIII. S. 254 ꝛc.) *),

---

*) Dieser Bericht mag das Wenige ersetzen, was Brard im Original über diese Gruben sagt. H.

„die Steinsalzgrube Marston Rockpit, unweit Northwich, eine der größten und am häufigsten besuchten Steinsalzgruben der Gegend. Sie hat nur zwei nahe bei einander liegende Schachte, aus denen gefördert wird. Dieselben sind 112 Yards tief, rund, und zum Theil in Ziegelmauerung gesetzt."

„Bei einer Teufe von 45 Yards ist das erste Steinsalzlager erreicht worden. Dieß scheint nur wenig tiefer als der Meeresspiegel zu liegen. Es ist sehr unrein, doch sind in verschiedenen Schachtteufen Baue auf diesem obern Lager eröffnet worden, von denen aber schon seit längerer Zeit keine mehr im Betriebe sind. Unter dieser obern Salzschicht folgt die zweite, von sehr bedeutender Mächtigkeit. Gegenwärtig liegt der ganze Bau auf einer 4 bis 5 Yards mächtigen Bank dieser zweiten Lage, die sich durch verhältnißmäßig größere Reinheit auszeichnet, und auf deren Sohle die 112 Yards tiefen Förderschachte stehen. Ueber dieser Bank befinden sich in der zweiten Salzlage noch zwei andere Bänke, die ebenfalls angehauen, aber wieder eingestellt worden sind, weil das Salz nicht rein genug befunden wurde."

„Von dem 35sten Yard an, bis zum 112ten, ist in den Schachten eigentlich Alles salzhaltig gefunden worden, nur in sehr verschiedenen Graden der Reinheit; doch ist damit die Reinheit des Steinsalzes noch bei weitem nicht durchsunken. Man ist vielmehr noch 17 Yards tiefer niedergegangen, ohne das Ende des Salzes zu erreichen; das fernere Abteufen wurde aber eingestellt, weil sich kein reines Steinsalz zeigte."

„Selbst die gegenwärtig im Bau befindliche reinste Steinsalzschicht ist fast durchgehends mehr oder weniger roth gefärbt, von beigemengten rothen Thontheilen. Ganz weißes Krystallsalz findet sich nur sparsam und nesterweise. Durch diese röthliche Farbe unterscheidet sich das englische

Steinsalz von dem schwäbischen und wieliczkaer Salze sehr leicht, und ist dem von Vic ähnlicher, welches letztere indessen reiner als das englische zu sein scheint."

„Abgebauet wird nur eine 12 bis 15 Fuß mächtige Salzbank in 2 Strossen. Die Oberbank, etwa 5 Fuß hoch, zuerst, hinterher die Unterbank. Der Bau wird dergestalt geführt, daß etwa, in Entfernungen von 30 Yards, 5 bis 7 Yards im Quadrat starke Pfeiler stehen bleiben, welche das Hangende tragen, das sehr eben verschrämt ist. Vor einer 30 Yards breiten Wand werden 15 bis 20 Arbeiter angelegt. Mit einer Spitzhaue (Picaxe), etwas schwerer wie auf Kohlenflötzen, wird die Wand etwas unterschrämt, und an den Seiten das Salz eingeschlitzt oder gekerbt. Die unterschrämte Wand (eigentlich kein Schram, sondern nur so viel Unterhieb als nothwendig ist, um etwas Flucht zu geben) wird durch Pulver abgesprengt. Zum Bohren auf dem Salze bedient man sich eines 7 Fuß langen Bohrers von Eisen, der mit beiden Händen gestoßen wird."

Ein ähnliches Vorkommen, wie das des Steinsalzes in der englischen Grafschaft Chester, ist das von Vic in Lothringen (Meurthe-Departement). Man hat dort, erst in neuerer Zeit, drei schöne Steinsalzlagen ausgerichtet, die mehr als 100 Fuß Mächtigkeit besitzen.

Schon im Jahre 1825 ersoff jedoch, durch Einbruch der Tagewasser, deren Entfernung ein Hauptaugenmerk bei jedem Steinsalzbergbau ist, die Grube von Vic *). Schon früher hatte man an verschiedenen Punkten des Seille-Thales Bohrversuche angestellt, und war auch so glücklich, ganz in der Nähe der Saline Dieuze Steinsalz zu finden. Bis in eine Teufe von 157 Meter hat man schon eilf

---

*) Diese, so wie die folgende Nachricht über Dieuze, sind aus einem Aufsatze des Geheimen Ober-Bergraths Dr. Karsten, in seinem Archiv Bd. XX. S. 200 ꝛc., entlehnt. H.

Steinsalzlager von 1 bis 13 Meter Mächtigkeit gefunden. Aus Furcht vor dem Einbruch der Tagewasser hat man erst die neunte, 5 Meter mächtige Lage in Abbau genommen. Das ganze Feld derselben ist schachbrettartig von Strecken durchschnitten, und läßt 2 bis 3 Meter im Quadrat haltende Pfeiler stehen. Die Ausrichtung ist durch seigere Schachte geschehen, von denen zwei zur Förderung, und einer zur Fahrung dienen.

Die Steinsalzgewinnung geschieht vor Ort der Strecken mittelst Unterschrämens, Schlitzens und Hereinschießens der Masse. Zum Schrämen und Schlitzen gebraucht man Keilhauen, die so eingerichtet sind, daß der eigentliche Keil von der Haue getrennt ist, und mittelst einer Schraube daran wieder befestigt werden kann. Auf diese Weise braucht jeder Häuer nur einen oder zwei Helme, und zum Schärfen brauchen nur die Keile herausgefördert zu werden, welches manche Vortheile gewährt.

Gewinnung des Salzes durch Auslaugen des salzführenden Gebirges.

Wie wir schon aus dem Obigen ersahen, findet sich das Salz nicht immer in Schichten und Lagen von einer gewissen Mächtigkeit und von mehr oder weniger Reinheit in dem Schooße der Erde; im Gegentheil ist es oft in Adern, Nieren, oder kaum bemerkbaren Körnchen im Thon oder Gips vorhanden, aus denen man es durchaus nicht mechanisch trennen kann. Man muß daher eine eigenthümliche Gewinnungsart anwenden, welche schon seit Jahrhunderten bekannt ist, und die darin besteht, das Steinsalz von der unhaltigen Gebirgsart, in den Gruben selbst, durch den einfachen Prozeß des Auslaugens zu trennen, und dadurch das Salz als möglichst concentrirte Soole zu erhalten.

Dieß Verfahren findet besonders zu Berchtesgaden in Baiern, zu Hallein im Salzburgischen, im Oestreichschen Salzkammergute (zu Ischel, Hallstadt und Aussen), und zu Hall in Tyrol statt. Wir beschreiben hier den Betrieb des Salzbergbaues zu Berchtesgaden, indem derselbe nach der Meinung eines competenten Richters, des Geheimen Ober-Bergraths Dr. Karsten zu Berlin, als ein Muster für diese eigenthümliche Bergbaumethode aufgestellt werden kann *).

Das salzführende Gebirge zu Berchtesgaden besteht im äußersten Hangenden aus blaugrauem Thon, in welchem Thonkugeln, Gipslagen, und hin und wieder Streifen von Steinsalz, ohne Gesetz und Ordnung, durcheinander liegen. Man nennt dieß Gebirge das Haselgebirge. Nach dem Liegenden zu pflegt der Salzgehalt des Thons zuzunehmen, und oft kommt das Steinsalz dann in großen Massen aushaltend und rein vor, ist aber immer wellenförmig gelagert. Diese Salzmassen wechseln mit Nestern von Thon, von Haselgebirge oder blindem (taubem, unhaltigem) Gebirge, und von unreinem, nämlich mit Thon- und Gipsadern durchzogenem Steinsalz, jedoch ohne alle wahrnehmbare Ordnung, und am wenigsten in einer bestimmten Schichtung, oder in einer wiederkehrenden Folgereihe, so oft und wiederholt ab, daß das Vorkommen von aushaltend reinen Steinsalzmassen, nach der Richtung des Hangenden des Lagers und in den obern Teufen, eine große Seltenheit ist. Jene unhaltigen und armen Mittel halten oft mehrere Lachter lang aus, und setzen in große

---

*) Brard folgt im Original Marcel de Serres, essai sur les arts et manufactures de l'empire d'Autriche, Tom. II. pag. 267 etc. Ich ziehe es vor, hier Karsten zu folgen. Der Bergbau zu Hallein ist beschrieben von Schroll in v. Moll's Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, Bd. I. S. 199, und in Villefosse Mineralreichthum, deutsche Ausgabe, II. S. 401., nebst Plan und Durchschnitt auf Taf. XII. H.

Teufe nieder, so daß sie zuweilen in verschiedenen Sohlen mit den Hauptstollen angefahren werden. Weiter nach dem Liegenden und in größerer Teufe nimmt der Salzgehalt des Gebirges zu, und nach dem bisherigen Verhalten ist man zu der Vermuthung berechtigt, daß man das Steinsalz immer mehr in reinen Massen erhalten werde, je mehr man sich dem Grundgebirge nähert, und je mehr sich der Bau in künftigen Zeiten in die Tiefe erstrecken wird. Im Allgemeinen ist der Berchtesgadener Salzberg weit reicher und reiner als der zu Hallein und im Oestreichschen Salzkammergute. Deshalb kann man auch auf mehrern Punkten in der Grube einen Bau auf Steinsalz führen, der jedoch in neuern Zeiten sehr beschränkt ist.

Daß die Art der Gewinnung des Salzes, mittelst Auslaugens oder Auffiedens der Berge, schon uralt sein müsse, beweis't das sogenannte Heidengebirge, nämlich der ausgelaugte Rückstand des Gebirges, welches auf dem Halleiner Dürrenberge zuweilen mit Strecken angefahren, oder in den entstehenden Grubenweitungen angetroffen wird. Die ältesten Auslaugevorrichtungen waren sehr unvollkommen, und erst nach und nach ist man auf die jetzige Verfahrungsweise gekommen. So wie überhaupt beim Bergbau, so ist auch hier die größte Ordnung und Regelmäßigkeit in den zur Gewinnung der Naturerzeugnisse abzweckenden Vorrichtungen das sicherste Mittel zu einer reinen und vollkommenen Gewinnung.

Das Salzthongebirge läßt kein Wasser durch, und alle Wasser in der Grube rühren blos von den hangenden Gebirgslagen her, welche oft sehr wasserreich zu sein pflegen. Die Abführung dieser Grubenwasser erfordert große Vorsicht, damit sie nicht von den obern Strecken oder Stollen abfallen, in die Grube treten, und das Gebirge an Punkten angreifen, deren Abätzung nachtheilig, oft vielleicht höchst gefährlich werden könnte. Weil man indeß das Wasser zum Auslaugen (Auffieden) des Gebirges

nothwendig bedarf, so werden die, in den hangenden Gebirgsschichten erschrotenen Wasser sorgfältig in Röhren gefaßt, um sie, nach Umständen, als Speisungswasser in die Grube zu leiten, oder sie abzuschlagen und durch Röhren aus dem Stollen abführen zu können. In der Regel reichen diese Grubenwasser (Selbstwasser) zum Betriebe aller Auslaugekammern nicht hin, sondern man ist genöthigt, Tagewasser mit zu Hülfe zu nehmen, welche gewöhnlich durch donnlägige Schachte (Tagschürfe), die bis zur Sohle des obersten Stollens abgesunken sind, vermittelst einer hölzernen Röhrenfahrt in die Grube geleitet werden.

Die Eigenschaften des Salzthongebirges, kein Wasser durchzulassen, und in sehr großen Weitungen, ohne alle Unterstützung durch Zimmerung oder Maurung, zu stehen, machen die regelmäßige Anlage und den Betrieb der Auslaugekammern (Sinkwerke in Berchtesgaden, Wehren, oder auch Sulzenstücke im Oesterreichischen) möglich. Es kommt nämlich nur darauf an, sich von allen Seiten geschlossene Räume zu verschaffen, denen der erforderliche Bedarf an süßem Speisungswasser zugeführt, und aus welchen das mit Salz gesättigte, vergütete Wasser, oder die Soole, wieder abgezapft werden kann. Diesen Zweck erreicht man in der Hauptsache dadurch, daß man den zur Auslaugung bestimmten Raum mit einer obern und einer untern Strecke in Verbindung setzt, ihm durch die obere Strecke das Speisungswasser zuführt, und die gesättigte Soole durch die untere, mit Lettendämmen gegen das Sinkwerk zu wohl verwahrte Strecke, vermittelst einer, aus solcher durch die Lettendämme in das Sinkwerk führenden Röhrenleitung, wieder abläßt.

Man hat es ziemlich in seiner Gewalt, die Ausdehnung und Gestalt der Sinkwerke zu bestimmen; denn wenn solche ganz mit Wasser angefüllt sind, so greift dieses nur den Himmel oder die Förste an, die Stöße oder Seiten-

wände (Ulmen) aber wenig, und die Sohle, weil diese von dem herabfallenden Thon, dessen Salztheilchen aufgelöst sind, verschlämmt wird, gar nicht. Soll sich daher ein Sinkwerk mehr nach der Richtung der Länge und Breite ausdehnen, so muß es nicht ganz mit Wasser angefüllt werden, oder das Wasser muß nicht bis an den Himmel reichen. Hat es schon die gehörige Ausdehnung erlangt, so wird nur der Himmel verätzt, welches man dadurch bewirkt, daß der Wasserstand im Sinkwerk immer bis zum Niveau des Himmels erhalten wird. Daß es aber dennoch unmöglich ist, die Erweiterungen des Sinkwerks in den Seitenstößen gänzlich zu verhindern, und überhaupt keine ganz regelmäßige Gestalt der Sinkwerke zu erzwingen, leuchtet leicht ein. Je salzreicher das Gebirge ist, desto stärker wird es auf diesen Punkten angegriffen, so daß man solche Stellen zuweilen, nachdem die Sinkwerke abgelassen sind, durch Lettendämme schützen muß, um keine zu großen Weitungen nach der einen, und ein zu starkes Stehenbleiben der Wände nach der andern Seite zu veranlassen. Ueberhaupt ist der Thon ein vortreffliches Mittel, wenn es darauf ankommt, sich auf dieser oder jener Stelle vor der zu starken Einwirkung des Wassers zu schützen.

Die Höhe des Wasserstandes im Sinkwerke muß sehr sorgfältig, und oft mehreremale täglich beobachtet werden, um nicht zu viel oder zu wenig Wasser in das Sinkwerk zu leiten (anzukehren). Zu wenig Wasser, welches den Himmel nicht erreicht, ätzt nur die Seitenstöße ab, und erweitert die Sinkwerke zu sehr, welches man nur bei den nicht gehörig ausgeweiteten Sinkwerken absichtlich herbeiführt. Zu viel Wasser (Ueberhimmel) dringt in die Gebirgsschichten der Förste ein, und bewirkt kein vollkommenes Verätzen des Himmels, sondern ein Ablösen und Abweichen der ganzen Förstendecke, die dann auf die Sohle des Sinkwerks fällt (Gefälle macht). Solche Brüche

oder Gefälle sind deswegen höchst nachtheilig, weil der Salzgehalt der niedergefallenen Massen verloren geht, indem auf der Sohle keine Auslaugung statt findet.

Aus dem angegebenen Verfahren bei der Behandlung der Sinkwerke geht hervor, daß vorzüglich nur die Förste oder der Himmel angegriffen werden. Ein angekehrtes, d. h. mit Wasser angefülltes Sinkwerk, muß so lange als die Abätzung des Himmels erfolgt, immer neue Wasserzuschüsse, obgleich fast nur tropfenweise, erhalten, damit das Wasser stets im Niveau des Himmels bleibe. Sobald der Sättigungspunkt eingetreten, oder das Wasser hinlänglich vergütet ist, sobald es nämlich einen Salzgehalt von 26,15 Procent erhalten hat, findet keine Abätzung mehr statt: und dieß ist der Zeitpunkt, das Ankehren des Sinkwerks (Einlassen des Wassers) ganz einzustellen, und die Soole nach Umständen abzulassen, oder das Sinkwerk ganz oder theilweise, mit Soole gefüllt, zur Reserve stehen zu lassen; denn das völlig vergütete Wasser wirkt nicht mehr auf das Gebirge.

Die nothwendige Folge dieser Behandlung der Sinkwerke ist, daß sie sich besonders stark von der Sohle bis zur Förste erweitern, oder daß sie in die Höhe wandern. Sehr oft angekehrte Sinkwerke reichen daher mit ihrem Himmel bis an die obern Stollen, obgleich sie ursprünglich in einer tiefern Stollensohle angelegt waren. Weil indeß der Theil des Salzgebirges, welcher aus Thon und Gips besteht, unaufgelöst auf der Sohle des Sinkwerks zurückbleibt, so erhöhet sich dieselbe zuweilen in eben dem Verhältniß, in welchem der Himmel in die Höhe geht. Jedoch ist dieß nicht immer der Fall.

Es muß daher vor dem neuen Ankehren eines Sinkwerkes das ursprüngliche Verhältniß der Entfernung der Sohle vom Himmel, ungefähr 7 Fuß, wieder hergestellt werden. Nachdem ein Sinkwerk ganz trocken geworden ist, wird zur Säuberarbeit geschritten. Hat sich das

Verhältniß nicht oder wenig geändert, so wird der Säuberberg blos eingeglichen, d. h. die Sohle geebnet. Hat sich die Sohle dem Himmel zu sehr genähert, oder es sind Gefälle entstanden, so muß der Säuberberg fortgeschafft, und in besondern Plätzen in der Grube, den Faßstädten, aufbewahrt werden. Im entgegengesetzten Falle wird die Sohle mit Bergen aus andern Theilen der Grube erhöhet; denn eine zu große Höhe des Wasserstandes könnte einen Dammdurchbruch veranlassen, und den Ruin der Grube herbeiführen.

In demselben Verhältniß, wie sich Sohle und Himmel in einem Stockwerke erhöhen, müssen auch die Lettendämme in der Strecke, welche aus dem Stollen zum Ablaßrohr für die Soole führt, in die Höhe genommen werden. Zu Berchtesgaden sind zur größern Sicherung immer zwei Lettendämme, einer hinter dem andern, vorhanden. Der hinterste Damm befindet sich unmittelbar da, wo die Strecke mit dem Sinkwerk in Verbindung steht (Letten- oder Schlammtruhe). In einer Entfernung von zwei Lachtern von diesem Damm ist der zweite Lettendamm (Kränzel oder Flugen) aufgeführt. Beide Dämme zusammen werden Wehrdämme genannt. Der zwei Lachter lange Theil der Strecke zwischen beiden Dämmen — Langofen — wird ebenfalls verlettet *). Der Langofen und die beiden Dämme bilden zusammen das Wehrwerk. — Hat ein Sinkwerk sich schon bedeutend über der ursprünglichen Sohle erhoben, so würde die Säuberung desselben, in dem Falle, wenn viele Säuberberge

---

*) Die Zubereitung des Lettens ist für den Betrieb der Sinkwerke von der größten Wichtigkeit, weil auf die Haltbarkeit der Dämme Alles ankommt. Das Verletten ist eine Art von Puddelarbeit, zu welcher der fetteste und reinste Letten ausgesucht und mehrere male durchgearbeitet (gedroschen) wird. Vorräthe von gutem gedroschenen Letten müssen immer in der Grube vorhanden sein.

und Gefälle fortzuschaffen wären, das Wegreißen des ganzen Wehrwerks bis zur Sohle der Strecke, durch welche das Sinkwerk mit den Stollen in Verbindung steht, nothwendig machen. Um diese kostbare Arbeit zu ersparen, wird, in einiger Entfernung vor dem vordersten Lettendamm, in der Strecke ein Rollloch oder ein kleiner Schacht (Schüttpütte, Säuberrohr) mit den Lettendämmen gleichzeitig in die Höhe geführt, so daß das Wehrwerk nur bis zu der jedesmaligen Höhe der Sohle des Sinkwerks weggenommen werden darf, und der Säuberberg durch das Säuberrohr bis auf die Strecke gestürzt werden kann.

Zur Ableitung der Soole aus den Sinkwerken wird in solchen selbst, in einiger Entfernung von dem äußersten Lettendamm, ein kleiner, aus ganzem Schroot gezimmerter, etwa drei Fuß im Lichten weiter Schacht — Absäugkasten, Wehrkasten, Abgangschurf — bis zu einer Entfernung von 6 Zoll vom Himmel, aufgestellt und oben mit Bohlen bedeckt und verlettet, um das Hineinfallen der beim Abätzen vom Himmel niederfallenden Berge zu verhindern. In diesem Kasten stellt man eine durchlöcherte hölzerne Röhre (Luttenröhre) senkrecht auf, und verbindet sie mit einer horizontal liegenden Röhre (Leitröhre), welche durch das Wehrwerk hindurch geführt ist. Der aus dem vordern Lettendamm in die Strecke hineinragende Theil der Leitröhre ist mit einem Hahn (Wehrschraube) versehen, um die Soole abzapfen und durch die Röhrenfahrt aus dem Stollen leiten zu können. Große Sinkwerke haben zwei, drei, auch mehrere Absäugkasten, welche sämmtlich mit dem vordersten, zunächst am Wehrwerke befindlichen, in Verbindung stehen. So wie der Himmel in die Höhe wandert, wird auch der Absäugkasten mit erhöhet. Die erste Leitröhre bleibt immer liegen; wenn sich aber die Sohle des Sinkwerks zu sehr erhöhet hat, so wird in größerer Höhe eine neue Leitröhre einge-

legt, und beide werden durch eine senkrecht stehende Röhre (Ablaßrohr) mit einander verbunden.

In Fig. 1 bis 4. Taf. VII. ist ein Wehrwerk dargestellt, wie es zu Hall in Tyrol construirt wird, indem dieß Vorzüge vor den in Oestreich und Baiern gebräuchlichen hat *). Unmittelbar hinter der Ausgangsöffnung der Sinkwerke zu Hall ist der Absäugkasten A Fig. 3 und 4., der aus einer festen Zimmerung besteht, befindlich. Auf ihn folgt der Langofen B, der mit Bohlen ausgezimmert und verlettet ist. Diese kleine Strecke ist nur 8 Fuß lang, jedoch sehr sorgfältig construirt, und hat in der Mitte einen Scheider b, der von schiefen Löchern durchbohrt ist, die den Dienst eines Siebes leisten (Fig. 1.). Am Ende dieser 5 Fuß weiten Strecke wird der sogenannte kleine Damm c aufgerichtet; er ist weit breiter als der Langofen, 2 Fuß stark, besteht aus Zimmerung, ist verlettet, und nimmt das hintere Ende der Leitröhren auf, die aus kurzen conischen Stücken bestehen, mittelst Buchsen an einander befestigt sind, und die, indem sie das Wasser nöthigen, kleine Fälle zu machen, dadurch den Niederschlag der minder lösbaren Salze, besonders des schwefelsauren Kalkes, welcher zu Hall häufig angetroffen wird, erleichtern. Gegen den kleinen Damm ist der große, D, gelehnt, der viel breiter und viel höher, auch stets stärker unterstützt ist, und ebenfalls aus verletteter Zimmerung besteht. Am untern Theile des Dammes bemerkt man das vordere Ende der mit einem Hahn versehenen Leitröhre, aus welcher die Soole in einen Trog fällt, von wo aus sie mittelst Röhren auf der Sohle der Stollen, und über Tage bis zu den Siedeanstalten geleitet wird. Fig. 2. giebt eine vordere Ansicht des großen Dammes.

Wie oft ein Sinkwerk angekehrt werden kann, richtet

---

*) Der Verfasser des Originals bemerkt dieß. H.

sich theils nach seiner Größe, theils und vorzüglich nach dem Salzgehalte des Gebirges. Die kleinern können mehrere male im Jahr angekehrt und abgelassen werden, während bei den größern oft ein volles Jahr, auch wohl längere Zeit erfordert wird. In der Regel wird ein Sinkwerk fünf, auch wohl zehn Jahre lang benutzt, ohne es zu säubern, d. h. die Sohle erhöhen oder auftragen zu dürfen, indem das Eingleichen der Säuberberge vor dem neuen Ankehren schon zureicht.

Bei einer gehörig geregelten Wasserwirthschaft ist daher der Betrieb der Sinkwerke sehr einfach; er erfordert aber die größte Ordnung und Regelmäßigkeit in der ersten Anlage, damit sich ein Sinkwerk dem andern nicht zu sehr nähere, und beide in Gefahr kommen. Diese Regelmäßigkeit ist auch zum reinen Abbau des Gebirges eine durchaus nothwendige Bedingung, weil man bei einer unregelmäßigen Anlage starke Pfeiler stehen zu lassen gezwungen ist, um Brüche oder Gefälle zu verhüten. Zu einer solchen Regelmäßigkeit beim Bau und Betriebe der Sinkwerke gelangt man theils durch eine richtige Sohlenabtheilung, theils durch eine zweckmäßige Vertheilung der anzulegenden (auszulegenden) Sinkwerke in einer und derselben Sohle. Der Berchtesgadener Salzberg hat drei Sohlen oder Stollen, die eben so viel Grundstrecken oder Sohlenabtheilungen bilden. Aus diesen verschiedenen Stollensohlen werden nach beiden Weltgegenden Strecken (Schachttritt oder Schachtricht) aufgefahren, theils um die Beschaffenheit des Gebirges im Streichenden (wenn man es so nennen will) zu untersuchen, theils um durch sie zu den Sinkwerken in oberer Teufe zu gelangen, theils um aus ihnen neue Sinkwerke zu bilden. In so fern der letzte Zweck beim Auffahren der Schachtrichte erreicht werden soll, ist es vorzüglich nöthig, auf die sowohl in derselben Sohle, als auch auf die in der höhern oder tiefern Sohle schon vorhandenen Sinkwerke Rücksicht zu nehmen, um

keinem derselben zu nahe zu kommen. Bei einem noch ganz unverritzten Gebirge wird eine sehr regelmäßige Anlage der Sinkwerke in den verschiedenen Sohlen bewerkstelligt werden können *), welches freilich in einer sehr alten Grube, in welcher die erste Anlage fehlerhaft war, nicht gut möglich ist. Einen ansehnlichen Pfeiler zwischen zwei Sinkwerken in einer und derselben Sohle stehen zu lassen, ist schon deshalb nothwendig, um durch diese Pfeiler demnächst Schachtrichte zu einer zweiten Reihe von Sinkwerken aus dem Stollen auffahren zu können, welche im Streichenden des Gebirges, vom Hauptstollen an gerechnet, hinter der ersten Reihe zu liegen kommen. Die einmal eingerichtete Wasserleitung auf dem Hauptstollen macht es nämlich nothwendig, alle in einer Sohle liegenden Sinkwerke auch von einem Hauptstollen aus anzukehren.

Bei der Anlage eines neuen Sinkwerks fährt man mit der Strecke, oder mit dem Schachtricht, in einer Stunde und in gleichbleibender Weite, gewöhnlich so weit auf, daß das Ort 75 Lachter vom Hauptstollen entfernt ist. Von dieser Länge bestimmt man dann 15 Lachter für den Schachtricht und für das Wehrwerk, und 60 Lachter für das neue Sinkwerk. Diese 60 Lachter lange Strecke wird Probirofen genannt, weil man erst durch Proben oder Versuche finden will, ob das vorzurichtende Sinkwerk gut thun werde. Zur vollständigen Vorrichtung desselben werden aus dem Probirofen, aus beiden Seitenstößen der Strecke, Querschläge (Fähler), in gleicher Höhe und Weite des Probirofens, in einer Entfernung von 8 zu 8 Lachtern, ein Lachter tief in's Gebirge getrieben, womit die Vorrichtung beendigt ist.

---

*) Den Grundriß von einer jeden Hauptsohle kann man sich am anschaulichsten in dem Bilde einer, nach einem Stangenmodell gebildeten, Kartätschkugelform denken, wobei der Stollen der Haupteinguß, die Schachttritte die zu jeder Kugel führenden Nebeneingüsse, und die Sinkwerke die Kugeln sein würden. H.

Die verschiedenen Sohlen stehen mittelst donnlägiger Schachte (Schürfe zu Berchtesgaden, Rollen zu Hallein) in Verbindung.

Gewinnung der Salzsoole *).

Die Salzsoolen finden sich im Allgemeinen in denselben Gebirgsarten, die gewöhnlich das Steinsalz und den Salzthon enthalten; es ist selbst mehr als wahrscheinlich, daß sie ihren Salzgehalt dem längern oder kürzern Aufenthalt, oder dem Durchgange durch Steinsalz oder Salzthon verdanken. Man hat die Bemerkung gemacht, daß sie nach starkem Regen an Salzgehalt und Volum zunehmen, woraus hervorgeht, daß das Salz, welches sie aufgelöst enthalten, in der Natur fertig gebildet war. Wollte man noch einen überzeugendern Beweis haben, so würde man ihn in der Entdeckung des Steinsalzes in dem Meurthe-Departement, woselbst man schon lange die Salzquellen von Dieuze, Moyenvic, Chateau-Salins ꝛc. gewinnt, finden.

Nach dem, was über die Gewinnung des Salzes aus dem salzführenden Gebirge bereits vorgetragen worden, bleibt wegen der Gewinnung der Salzsoole wenig zu ergänzen übrig; denn die ganze Kunst besteht nur darin, das Volum der Quellen zu vermehren, die geringsten Adern damit zu vereinigen, Untersuchungsarbeiten in der Absicht zu unternehmen, um andere Quellen zu finden, und mit der größten Sorgfalt die süßen Quellen zu entfernen, die zuweilen dicht neben der concentrirtesten Soole vorhanden sind. Dieß sonderbare Verhältniß ist nicht das einzige, welches man bei der Gewinnung der Salzsoole zu beobach-

---

*) Ueber die verschiedenen Salzquellen in Deutschland siehe Keferstein's geognost. Deutschland Bd. II. ꝛc. Ueber die Salzquellen überhaupt: v. Langsdorff's neue faßliche Anleitung zur Salzwerkskunde, mit vorzüglicher Rücksicht auf halurgische Geognosie ꝛc. Heidelberg 1824. H.

obachten Gelegenheit hat. Bei einigen Salzquellen z. B. wirkte der Einfluß der Atmosphäre, je nach dem höhern oder niedern Stande des Barometers, auf die Menge des Salzgehaltes; bei andern fand während großer Kälte ein Versiegen statt, während sie bei warmer und trockner Witterung sehr ergiebig waren; endlich haben die Botaniker die Beobachtung gemacht, daß einige, besonders am Ufer des Meeres vorkommende Pflanzen sich auch an solchen Orten wieder finden, in deren Nähe Salzquellen zu Tage ausfließen.

Die Versuchsarbeiten, und die, welche den Zweck haben, die süßen Wasser zu entfernen, bestehen aus Bohren mit dem Erdbohrer, aus Schachten und Stollen, und wenn man sich aus irgend einem Grunde genöthigt sieht, im Innern der Gruben Reservoire zur Aufbewahrung der Soole anzulegen, so haben dieselben die größte Aehnlichkeit mit den Sinkwerken, von denen weiter oben geredet wurde. Aus diesen werden sie dann in mehr oder weniger langen Soolenleitungen *) nach den Kothen oder Siedereien geleitet. Da jedoch die Gewässer wahrscheinlich nur über die salzführenden Schichten weggegangen sind, so folgt daraus, daß sie nie einen hinlänglichen Sättigungsgrad haben, um sie unmittelbar versieden zu können. Ihr Salzgehalt ist zu gering, und ihre Verdampfung würde zu viel Brennmaterial erfordern. Man ist daher gezwungen, sie durch eine natürliche, von der Kunst unterstützte Verdunstung mehr zu concentriren. Diese Operation liegt außer den Grenzen dieses Werks; es wird jedoch bemerkt, daß sie auf dem Grundprincip beruhet, daß jede Flüssigkeit um so rascher verdampft, je mehr Oberfläche sie der Luft darbietet, und

*) Die längste und vorzüglichste Soolenleitung ist die, welche die vier baierschen Salinen Berchtesgaden, Reichenhall, Traunstein und Rosenheim verbindet. Mit ihren verschiedenen Hebungsmaschinen ist dieselbe eins der großartigsten Werke der Welt. Karsten's met. Reise S. 102 ꝛc. H.

daß man daher den Salzgehalt der Soole vermehrt, wenn man sie auf große Gerüste hebt und sie durch Dornwände, die hundert uud mehrere Fuß hoch sind, herabzutröpfeln nöthigt. Diese großen Apparate, die man Gradirwerke nennt, findet man zu Schönebeck bei Magdeburg, zu Artern in Thüringen, am Rhein, in Baiern, Tyrol, zu Bex in der Schweiz nach einem sehr großen Maßstabe ausgeführt, und sie dienen, wie schon bemerkt wurde, dazu, das Wasser, welches das Salz aufgelöst enthält, mittelst der Luft, ohne Feuer, zu verdunsten, um den Sättigungsgrad zu vermehren, und die Masse der Flüssigkeit zu vermindern.

Zu den berühmtesten und reichsten Salzquellen gehören die von Bex im Waadtlande. Sie sind besonders durch die Ausdehnung und Schönheit der unterirdischen Baue merkwürdig, die man getrieben hat und noch täglich forttreibt, um reiche Soolen und das Steinsalz, woraus diese entspringen sollen, zu treffen, und um die süßen Quellen abzuleiten. Es würde hier zu weit führen, auch nur die wichtigsten Salzwerke namhaft zu machen; erinnert muß jedoch werden, daß der Grad der Concentration weit wichtiger als die Größe oder der Reichthum einer Quelle ist, indem man aus weniger, jedoch concentrirter Soole in einer gewissen Zeit weit mehr Salz gewinnen kann, als aus einem größern Volumen einer armen Quelle. Man muß daher der Soole stets einen gewissen Sättigungsgrad geben, und obgleich dieß in den Gradirwerken fast von selbst geschieht, so erfordert es doch immer große Arbeiten, und verursacht bedeutende Kosten, selbst ohne die Erbauung und Erhaltung der Gradirgebäude, der Hebungsmaschinen ꝛc. weiter zu berücksichtigen. Man sieht hieraus, wie wichtig es ist, jedes Aederchen süßen Wassers von den Salzquellen zu entfernen; denn man versiedet die Soole nicht gern eher, als bis sie 22 bis 25 Grad der Sättigung, d. h. ein Viertel oder ein Fünftel ihres Gewichts an Salz erreicht hat, während die Quellen ge-

wöhnlich 13 bis 16 Procent, und oft noch weniger, Salz enthalten.

Das Meer endlich ist gewiß das größte, aber nicht das reichste Salzbergwerk. Das Salz bildet ungefähr den dreißigsten Theil seiner Masse; es zeigt 3 bis 4 Grad des Aräometers oder der Salzspindel, ein Instrument, das man gewöhnlich dazu anwendet, um auf eine sichere Weise den Sättigungsgrad der zu versiedenden Soolen zu bestimmen.

Ungeachtet des geringen Salzgehaltes des Meeres gewinnt man daraus, besonders in südlichen Ländern, dennoch eine sehr große Menge Salz, welches hauptsächlich zum Einsalzen und zur Soda-Fabrikation angewendet wird. Die Geschichte und Beschreibung der Meersalinen, in denen man das Meerwasser verdunsten läßt, sind diesem Werke eben so fremd, als die Versiedung der Salzsoolen, und es würde die Grenzen desselben sehr überschreiten, diesen Gegenstand hier vorzutragen. Die Aufsuchung und Zutageförderung der Soolen gehört zur Bergbaukunde, die Mittel aber, die man dazu anwendet, um das darin befindliche Wasser zu gewinnen, sind Gegenstand der Hüttenkunde im weitern Sinne, oder der Salzwerkskunde, die eine eigene Doctrin der Bergwerkskunde bildet. Man gewinnt das Salz aus dem Meerwasser, indem man es in sehr weite und flache Recipienten oder Räume leitet, in denen besonders die Sonne und der Wind die Verdunstung veranlassen, so daß das Salz, welches das Meerwasser aufgelöst enthielt, auf dem Boden liegen bleibt.

Was nun dasjenige Salz betrifft, welches auf der Oberfläche der Wüsten Asiens und Afrika's ausschlägt, so beschränkt sich dessen Gewinnung darauf, es sorgfältig zu sammeln, um seine Vermengung mit Sand zu vermeiden; wenn dieß unmöglich wird, so wirft man das eingesammelte in Meerwasser, und läßt solches verdunsten, um dadurch ein reines Salz zu gewinnen.

Drittes Hauptstück.

Von der Förderung *).

Unter Förderung versteht man die Bewegung der gewonnenen Mineralien von einem Orte zum andern, sei dieß nun in der Grube oder über Tage. Bei Steinkohlengruben richtet sich die Förderung wesentlich nach der Beschaffenheit und den Lagerungsverhältnissen der Kohlenflötze, und steht, mehr wie bei jedem andern Bergbau, mit dem eigentlichen Abbau in der engsten Beziehung. Sie ist überhaupt ein Hauptgegenstand des Grubenbetriebes und Haushaltes; beim Steinkohlenbergbau aber verursacht sie wegen der Menge des zur Förderung kommenden Materials immer bedeutende Ausgaben, und erfordert zusammengesetztere Vorrichtungen, die auf andern, selbst bedeutendern Gruben selten nöthig sind. Je größer daher das zu findende Quantum ist, desto kostbarer und vollkommener können auch die Förderungsvorrichtungen sein; sie können bedeutende ökonomische Vortheile gewähren, während sie, auf kleine Gruben angewendet, ganz entgegengesetzte Resultate liefern werden. Bei allen Förderungsarten sind

*) Dieses Hauptstück hat in meiner deutschen Bearbeitung bedeutende Veränderungen erleiden müssen; die dabei benutzten Schriften sind im Laufe und am Ende desselben aufgeführt.

folgende allgemeine Regeln zu beobachten: 1) Man suche den kürzesten und bequemsten Weg vorzurichten, und lasse so wenig Zwischenarbeit als möglich statt finden; 2) man wende solche Maschinen an, die das Ganze erleichtern, wobei besonders die Art des Abbaues und die Localität zu berücksichtigen sind; 3) man führe über die Arbeiter eine sorgfältige Aufsicht; 4) man erhalte einen reinlichen Förderweg, und sorge für die Sicherheit der Arbeiter.

Die Förderung ist übrigens dreifacher Art, nämlich Strecken-, Schacht- und Tage-Förderung.

Erster Abschnitt.

Von der Streckenförderung.

Wenn die Mineralien in der Grube gewonnen sind, so müssen sie zuvörderst von den Abbauen bis unter den Schacht, durch welche sie zu Tage ausgefördert werden sollen, gebracht werden, falls letzteres nicht sogleich auf der Strecke oder den Stollen geschieht, welches häufig der Fall ist. Bei Ort-, Pfeiler- oder Strebbauen ꝛc. geschieht die Förderung unmittelbar aus den Abbauen; bei Förstenbauen werden die Mineralien entweder herunter auf die Strecke getragen, oder durch die Rolllöcher auf dieselbe hinabgerollt. Bei Strossenbauen und Abteufen werden die Mineralien entweder bis auf die Strecken getragen, oder durch Haspel hinaufgezogen, oder auf tiefere Strecken hinabgerollt. Man unterscheidet bei der Streckenförderung, so wie bei jeder andern Art der Förderung, zwei Arbeiten, nämlich 1) das Einfüllen und 2) das Fortschaffen; ersteres die Vorarbeit, letzteres die eigentliche Förderung. Man unterscheidet ferner, ob die Streckenförderung blos im Innern der Grube, oder ob sie zu Tage aus statt findet. Es giebt folgende Arten der Streckenförderung:

1. Förderung auf dem Rücken.

Diese Förderungsmethode ist nur in einigen Stein- oder Braunkohlengruben, die keinen andern Eingang als sehr flache, mit steinernen oder hölzernen Treppen versehene Schachte haben, so wie in einigen metallischen Bergwerken in Peru, im Gebrauch. Zu den Steinkohlengruben gehören die der Gegend von Aubin im Aveyron-Departement, die in den Departements der Rhone-Mündungen, der Loire und vieler anderer. In den englischen Steinkohlenbergwerken wurde sie sonst häufig angewendet, jetzt findet man sie nur noch an wenigen Punkten. Man kann diese schlechte Art der Förderung eben so gut zur Schachtförderung rechnen, jedoch mögen die Bemerkungen darüber hier ihren Platz finden.

Diese schlechte, mühsame Förderungsmethode, zu welcher man sich der Männer, der Frauen oder der Kinder bedient, ist eine nothwendige Folge der schlechten Art des Bergbaues, die man an jenen Orten befolgt, und welche veranlaßt, daß man sich weder der Karren noch Hunde bedienen kann. Die mit Treppen versehenen flachen Schachte dürfen, wenn man genöthigt ist, sie vorzurichten, nur, wie in den baierschen Salinen, zum Ein- und Ausfahren der Arbeiter dienen, nie aber zur Förderung der gewonnenen Mineralien.

Die Förderung auf dem Rücken hat ein ängstliches Ansehen und etwas Erniedrigendes für das Menschengeschlecht, und sollte daher überall abgeschafft werden. In England wendete man auch sonst Pferde und Esel zu dieser Art von Streckenförderung an; sie trugen die Steinkohlen in Körben.

Ihr Effect ist außerordentlich gering. Die Erfahrung zeigt, daß das Maximum der Arbeit eines Trägers in einer Schicht nur 52848 Kilogr. (112566 köln. Pfunde), auf 1 Meter (3,18 rheinl. Fuß) Höhe erhoben, gleich ist. Die Kinder in den Braunkohlengruben der Provence tra-

gen im Durchschnitt 23 Kilogr. 47 Meter hoch, und machen 39 Touren in der Schicht, welches 42159 Kilogr. (89798 köln. Pfde.) 1 Met. hoch erhoben beträgt. Der Effect eines einfachen Haspels, dessen Kurbel eine Peripherie von 7,3 rheinl. Fuß beschreibt, besteht dagegen nach Coulomb's Berechnung darin, 247000 köln. Pfde. in der Schicht 1 Met. (3,18 rheinl. Fuß) hoch zu heben.

Bei der Streckenförderung muß man zuvörderst zwei Haupttheile unterscheiden:

A. Die eigentliche Streckenförderung, und
B. die Förderung aus den Gewinnungspunkten auf die Grund- oder Feldstrecke, oder zu der Schachtsohle.

Wir wenden uns nun zuvörderst zu den verschiedenen Arten der eigentlichen Streckenförderung.

I. Schleifende oder rutschende Förderungsmethoden.

1. Schlepp- oder Schleiftrogförderung. — Der Schlepptrog besteht aus zwei hölzernen Kuffen, die mit einem aus Brettern zusammengeschlagenen Kasten fest verbunden sind. An den äußern Seiten, an beiden Enden der Kuffen, sind eiserne Oesen befestigt, in welche das Sielzeug des Schleppers eingehakt wird. Diese Förderungsmethode wird nur beim Flötzbergbau, auf schmalen Kohlenflötzen, beim Kupferschieferbergbau ꝛc. angewendet. Sie ist die einfachste Förderungsmethode, und gewährt vorzüglich die beiden großen Vortheile, daß sie keiner besonders eingerichteten künstlichen Sohle bedarf, und daß sie sowohl auf den mächtigsten, als auch auf schmalen Flötzen angewendet werden kann. In Oberschlesien hat man als gewöhnlichen mittlern Effect, welchen die Schlepptrogförderung zu leisten vermag, gefunden, daß auf einer Förderlänge von 40 bis 50 Lachtern, und auf einer Sohle, welche, wenn auch nicht sehr glatt und eben, doch auch nicht

schlecht, oder zu sehr ansteigend oder fallend sein darf, zwei Schlepper 90 Scheffel Kohlen (à 4989 preuß. Kubikzoll Inhalt und à 180 bis 200 Pfd. Gewicht) in der 12stündigen Schicht füllen und verschleppen können.

Nach den in der Grafschaft Mark gemachten Erfahrungen beträgt die mittlere Geschwindigkeit, bei $\frac{1}{4}$ Reibungscoefficient, 31 Fuß in der Minute, und bei einer Förderlänge von 50 Lachtern sind zu einem Hin- und Hergange 28 Minuten erforderlich. In einer achtstündigen Schicht wird daher ein Schlepper auf 15 Lachter Länge 15 Gefäße zu $3\frac{1}{2}$ Scheffel (10752 Kubikzoll) vorzuschleppen im Stande sein. Für die Reibungscoefficienten $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{5}$ wird man annehmen können, daß sich das Förderquantum fast umgekehrt wie die Reibungscoefficienten verhalte, und daher bei $\frac{1}{3}$ 12 und bei $\frac{1}{5}$ 18 Gefäße beträgt.

Besondern Vortheil wird die Schlepptrogförderung da gewähren, wo Abbau mit breitem Blick oder Strebbau statt findet, indem man mit dem Schlepptrog unmittelbar bis vor Ort gelangen kann, welches bei der Wagenförderung nie in dem Maße der Fall ist, weil derselbe immer in den Strecken stehen bleiben muß. Zu den Vortheilen sind auch noch das geringe Anlage-Kapital, so wie die geringen Unterhaltungskosten der Fördergefäße zu rechnen.

Die Nachtheile der Schlepptrogförderung sind folgende: Sie verstattet nicht, ein großes Quantum mit einemmale zu fördern, weil der erforderliche Kraftaufwand zu groß ist. Selbst bei einem mäßigen Förderquanto ist dieser sehr beträchtlich. Zwar kann derselbe durch die Neigung der Förderbahn vermindert werden, der Nutzeffect wird aber dadurch nicht wesentlich erhöhet, weil in stark fallenden und in stark ansteigenden Förderbahnen nicht rasch gefördert werden kann. Deshalb fallen die Löhne hoch aus, und machen die Förderungsmethode kostbar. Auf ausgedehnte und weite Förderlängen ist sie eigentlich gar nicht anwendbar, auch erfordert sie, bei einigermaßen bedeutenden

Förderquantitäten, eine große Anzahl von Menschen. — Kleine Förderquanta und kurze Förderlängen, dauerhafte und ebene Streckensohlen, eine angemessene Neigung der Förderbahnen, und das Vorhandensein von Menschenkräften begünstigen also diese Förderungsmethode.

Die Sohle muß fest, trocken und glatt sein, auch dürfen keine schmalen Kuffen angewendet werden. Bei sehr ungünstiger Förderbahn werden eichene, gewöhnlich 1 Zoll dicke und 6 bis 9 Zoll breite Bretter gelegt, welche keine weitere Befestigung durch Stege und Unterlagen erhalten. Statt der Kuffen werden auch zuweilen solche Walzen unter den Fördertrögen angebracht, wie man den Förderhunden zu geben pflegt. Durch dieselben wird das Fortziehen der Tröge allerdings erleichtert; allein die Vorrichtung ist schon zusammengesetzter, und es ist in solchen Fällen schon eine bessere und ebene Sohle erforderlich.

Das Verfahren bei der Schlepptrogförderung ist sehr einfach. Man bedient sich dazu eines Sielzeugs, welches entweder über eine oder über beide Schultern des Schleppers gelegt wird. Beim Schleppen legt sich der Schlepper stark in's Zeug, so daß die Richtung des Zugs gegen den Schlepptrog keinen zu spitzen Winkel macht. Vorzüglich hilft er sich mit beiden Händen, die Thürstöcke und hervorspringenden Ecken in den Förderstrecken ergreifend und sich in denselben fortziehend. In den sehr stark abfallenden Strecken geht der Schlepper rückwärts vor dem Schlepptrog her, und läßt ihn so allmählig herunter. Entweder ist die Schlepptrogförderung mit der Haspelförderung verbunden, oder sie geht zu Tage aus.

2. Die Schlittenförderung ist nur hin und wieder, z. B. auf einigen Steinkohlenzechen in der Grafschaft Mark, gebräuchlich, und in der Regel mit Haspelförderung verbunden, weshalb auch dort nur $1\frac{1}{2}$ Scheffel haltende Gefäße angewendet werden. Hierdurch unterscheidet sie sich von der Schlepptrogförderung; denn ob die Fördergefäße

auf einen Schlitten gestellt, oder ob die Kuffen unter den Gefäßen unmittelbar befestigt werden, ist im Ganzen ziemlich gleichgültig. Der Schlitten besteht aus zwei hölzernen Kuffen, die durch zwei Querriegel verbunden sind. Auf der obern Seite haben sie vier eiserne Spitzen oder Zapfen, zwischen die das Fördergefäß gestellt und das herabfallen desselben verhindert wird. An beiden Querriegeln befinden sich eiserne Haken, um daran das Sielzeug des Schleppers zu befestigen.

II. Rollende Strecken-Förderungs-Methoden.

Die Fördergeräthe, welche auf Rädern bewegt werden, zerfallen zunächst in zwei Hauptabtheilungen, nämlich in solche, die nur auf einem Rade, und in solche, welche auf vier, selten auf drei Rädern laufen. Zweirädrige Fördergeräthe kommen bei der Grubenförderung nur höchst selten vor *). Die zu der ersten dieser beiden Hauptabtheilungen gehörigen Geräthe werden Karren, die andern Wagen genannt. Jede derselben hat mehrere Unterabtheilungen, wie aus folgender Zusammenstellung der verschiedenen, bei der rollenden Förderungsmethode in Anwendung gebrachten Fördergeräthe hervorgeht.

I. Einrädrige Fördergeräthe. Laufkarren. Die Räder sind ohne Spurkränze.

II. Vierrädrige Fördergeräthe. Wagen im Allgemeinen.

A. Wagen mit ungleichen Hinter- und Vorderrädern. Hunde. Die Räder haben keine Spurkränze.

1. Der Schwerpunkt liegt über der Achse der Hinterräder. Ungarischer Hund.

2. Der Schwerpunkt liegt in der Mitte zwischen bei-

*) Man findet sie im Dürrenberge zu Hallein im Gebrauch.

H.

den Achsen. Deutscher Hund. Dieser hat gewöhnlich einen Spur- oder Leitnagel.

B. Wagen mit vier gleichen Rädern. Wagen im engern Sinne.

1. Wagen, deren Räder ohne Spur- oder Radkränze, wobei das Spuren durch Vorrichtung des Gestänges bewirkt wird. Deutsche Wagen.

a. Mit je zwei verkuppelten Rädern, indem je beide Vorder- und Hinterräder fest mit einander verbunden sind, und sich um eine gemeinschaftliche Achse drehen. Deutsche Rollwagen.

α. Wagen, auf welche das Fördergefäß gesetzt wird. Deutsche Rollgestellwagen.

β. Wagen, bei denen das Fördergefäß mit dem Gestell verbunden ist. Deutscher Rollwagen.

b. Mit vier freien Rädern, von denen sich jedes einzeln dreht. Deutsche Wagen im engern Sinne.

α. Wagen, auf welche das Fördergefäß gesetzt wird. Deutsche Gestellwagen.

β. Wagen, bei denen das Fördergefäß mit dem Gestell verbunden ist. Deutsche Wagen im engsten Sinne.

2. Wagen, deren Räder mit Spur- oder Radkränzen versehen sind. Englische Wagen. Sie werden entweder durch Menschen oder Pferde bewegt.

a. Mit je zwei verkuppelten Rädern. Englische Rollwagen.

α. Wagen, auf welche das Fördergefäß gesetzt wird. Englische Rollgestellwagen.

β. Wagen, bei denen das Fördergefäß mit dem Gestell verbunden ist. Englischer Rollwagen.

b. Mit vier freien Rädern. Englische Wagen im engern Sinne.

α. Wagen, auf welche das Fördergefäß gesetzt wird. Englische Gestellwagen *).

β. Wagen, bei denen das Fördergefäß mit dem Gestell verbunden ist. Englische Wagen im engsten Sinne.

III. Navigations- oder Kahn-Förderung.

1. Laufkarren-Förderung.

Diese Förderungsmethode ist zwar nicht die beste, jedoch wird sie bei kleinen Gruben mit mehr Vortheil als alle übrigen angewendet werden, da sie keiner künstlichen Sohle bedarf, ihre Einrichtung wenig Kosten verursacht, Menschen von jeder Stärke und jedem Alter, selbst 10- bis 12jährige Knaben, dazu gebraucht werden können, und da sie bei nicht zu hohen Löhnen einen guten Nutzeffect gewährt.

Die Lauf- oder Kreuzkarre, Fig. 5. Taf. VII., besteht aus zwei Karrenbäumen, die sich nach hinten in zwei Handhaben endigen. Vorne läuft zwischen denselben ein Rad mit zwei eisernen Zapfen in mit Eisen gefütterten Zapfenlagern. Zwei eingezapfte Querbretter und ein Bodenbrett umschließen mit dem mittlern Theil der Karrenbäume einen Raum zur Aufnahme des Materials. Auf Steinkohlengruben wird derselbe noch hin und wieder durch einen Aufsatz vergrößert, der aus vier zusammengenagelten Brettern besteht. Das Rad ist ein gewöhnliches hölzernes Karrenrad, mit 8, auch wohl mit 4 Speichen. — Wo die Streckensohle von guter Beschaffenheit ist, braucht zwar kein besonderer Schiebeweg für die Karre vorgerichtet zu werden, indeß ist dieß nur selten der Fall. Fast immer werden besondere, 10 bis 12 Zoll breite und 1, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll starke Laufbretter von Fichten-, besser aber von Buchen- oder Eichenholz gelegt, die oft gar keiner Unterlagen

---

*) Gestellwagen, auf welche mehrere Förderwagen gesetzt werden, sind unter dem Namen Bühnenwagen bekannt. H.

bedürfen. In sehr stark ansteigenden oder abfallenden Strekken werden auf diese Laufbretter zwei Latten, 1 bis 2 Zoll im Quadrat und $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstehend, genagelt, zwischen denen das Rad der Karre geführt wird, um deren Umschlagen beim Abwärtsfördern zu verhindern.

Die Manipulation beim Schieben der Laufkarre ist einfach. Es gehört dazu ein Trageseil, welches um die beiden Handhaben der Karrenbäume geschlungen wird. Das Trageband selbst nimmt der Karrenläufer, mit beiden Händen die Bäume ergreifend, über die Schultern, oder bei niedrigen Strecken über den unteren Theil seines Kreuzes. So bringt der Karrenläufer den Laufkarren vor sich her, indem er vorwärts geht, mit den Händen schiebend, mit den Schultern oder mit dem Kreuze tragend.

Der mechanische Effect der Laufkarre ist nach den bei den Märkischen Steinkohlenbergwerken gemachten Erfahrungen folgender: Drei Scheffel Steinkohlen, die auf einmal gefördert werden können, wiegen 330 Pfund, die Laufkarre 30 Pfd. Um das Ganze im Gleichgewicht zu erhalten, ist eine mittlere Kraft von 118 Pfd., bei 5° abfallender von 113 Pfd., bei 5° ansteigender Bahn von 125 Pfd. erforderlich. Aus den dort angestellten Beobachtungen kann man ferner abnehmen, daß bei einer horizontalen Länge von 170 Lachtern in einer achtstündigen Arbeitsschicht 11 Karren oder 33 Scheffel Kohlen gefördert werden können. Bei einer Förderlänge von 400 Lachtern wird jedoch der Nutzeffect schon zu geringe, um die Fördermethode noch mit Vortheil anwenden zu können. Dieß rührt besonders von dem langsamen Gange der äußerst beschwerlichen Förderung her. Zu Alais in Frankreich machen die Karrenläufer in einer Schicht mit einem 300 Pfd. wiegenden Karren 18 Touren zu ungefähr 280 Lachtern. — Nur bei einer kurzen Förderlänge, bei unterbrochener Förderung und bei geringem Förderquantum ist die Karrenförderung mit Vortheil anzuwenden.

2. Hundeförderung.

a. Ungarische Hundeförderung.

Der in sehr allgemeiner Anwendung stehende ungarische Hund ist in Fig. 7. Taf. VII. in einer Seitenansicht dargestellt, und seine Construction wird durch dieselbe deutlich. Die langen Seitenwände des Hundes convergiren oben, welches deshalb der Fall ist, um den Schwerpunkt den Rädern näher zu bringen, und das Schwanken des Wagens zu vermindern. Die langen Seitenwände convergiren nach vorne, um den Schwerpunkt rückwärts zu verlegen, wo ihn der Arbeiter mehr in seiner Gewalt hat, dessen rechte Hand an dem hinten angebrachten Griff, und dessen linke vorne an der linken Seitenwand, oder auch an dem Haufen, über den Rädern des Hundes, liegt, um ihn im Gleichgewichte zu erhalten. Der Hund hat zwar 4 Räder, aber die hintern und größern, welche fast allein gebraucht werden, sind bei weitem die wichtigsten. Der beladene Hund läßt sich nämlich mit einer sehr geringen Kraft der rechten Hand am Griffe auf das Hintertheil setzen, und nur auf den Hinterrädern fortschieben. Die vordern Räder werden daher wenig, und nur beim Steigen der Förderbahn oder bei Krümmungen derselben gebraucht. Die Räder müssen so nahe als möglich bei einander liegen, die einzelnen Paare, um nur eine schmale Förderbahn nöthig zu haben, die Vorder- und Hinterräder, um sie auf den Wendungen der Laufbretter desto leichter drehen zu können. Die Räder bestehen aus hölzernen Scheiben mit durchgehenden Buchsen von geschmiedetem Eisen. Die Spur beträgt gewöhnlich nicht über 5 Zoll, und dadurch wird es möglich, daß ein solcher Hund, selbst ohne Spurlatten, auf kaum 6 Zoll breiten Laufbrettern angewendet werden kann, wozu freilich sehr geschickte Hundsstößer erforderlich sind, die aber auch den großen Vortheil einer wenig kostbaren Förderbahn erreichen. Um den ungarischen Hund auch bei weniger geschickten Arbeitern anwenden zu kön-

nen, muß er so eingerichtet werden, daß er auf allen vier Rädern fortrollt; man muß ihm eine breitere Spur und ein künstliches Gestänge geben, d. h. es müssen auf die Laufbretter Spurlatten genagelt werden, wodurch freilich eine größere Friction entsteht.

Betrachtet man die ganze Bauart des ungarischen Hundes, so ergiebt es sich leicht, daß derselbe nur auf ein Fördermaterial von bedeutendem specifischen Gewichte berechnet ist. Je schwerer das Fördermaterial, desto schlanker in allen Theilen kann der Hund gebauet werden, desto tiefer wird sein Schwerpunkt herabgebracht, und ihm daher um so viel mehr Stabilität gegeben werden können. Er ist daher vorzüglich auf Erzbauen anwendbar, wogegen beim Steinkohlenbergbau ein Wagen mit vier gleichen Rädern mehr wirken wird. Das mechanische Moment fällt, unter übrigens gleichen Umständen, für den ungarischen Hund etwas ungünstiger aus, als für einen Wagen, dessen 4 Räder den Hinterrädern des Hundes an Höhe gleich kommen. Aber dieser Nachtheil wird durch die Leichtigkeit, jede Wendung machen zu können, und durch den Vorzug, keines Gestänges zu bedürfen, weit überwogen, wenn winklige Strecken oft nicht einmal die Anwendung des Wagens erlauben. Dagegen wird der ungarische Hund auf nur etwas stark geneigten Förderbahnen nicht mehr mit Vortheil zu gebrauchen sein; eine ganz todtsöhlige Strecke ist für ihn die zweckmäßigste.

Gewöhnlich wird der ungarische Hund nicht blos voll geladen, sondern auch mit einem großen Haufen versehen. An einigen Orten in der Grafschaft Mark, wo durch solchen Kohlen zu Tage ausgefördert werden, hat die hinterste Seite eine Klappe, um das Ausladen zu erleichtern.

Zu Schemnitz in Ungarn hat man als Prinzip angenommen, daß ein Hundsstößer in einer 6stündigen Schicht, auf einer 50 Lachter langen Förderbahn, 50 mit ungefähr 6 Ctr. beladene Hunde, bei 100 Lachter Länge 35, bei

1000 Lachter 5 Hunde vorfördert. Auf der Grube Herzkamp, in der Grafschaft Mark, wird mit einem breitspurigen ungarischen Hund, auf einer mit Spurlatten versehenen Förderbahn, mit einer Last von 8 bis 9 Centnern, in einer 8stündigen Schicht, bei 50 Lachter Länge 25 mal, bei 100 Lachter 17 mal und bei 1000 Lachter 2 mal das Gefäß vorgefördert. Zu Huelgoët und zu Poullaouen in Bretagne aber machen die Hundsstößer in der Schicht bei 400 Lachter Förderlänge zehn Touren.

b. Deutsche Hundeförderung.

Der deutsche Hund ist in Fig. 6 und 8. Taf. VII. abgebildet, und ebenfalls besonders auf Erzbauen im Gebrauch. Er unterscheidet sich von dem ungarischen Hunde besonders dadurch, daß der Schwerpunkt mehr in die Mitte zwischen die beiden Achsen fällt, daß er auf einem besondern Gestänge läuft, welches weiter unten bei der Wagenförderung näher beschrieben wird, und daß er gewöhnlich mit einem Spurnagel d versehen ist, der in einer vertieften Spur der Laufbretter hinläuft, um dem ganzen Hunde den Weg zu zeigen, wie an Fig. 6. angegeben worden ist *). Bei einer andern Art von Hunden hat man den Spurnagel, welcher manche Unbequemlichkeit hat, weggelassen, aber vier horizontale Räder angebracht, die den Hund zwischen den Straßbäumen hinleiten und lenken sollen, auf denen er mit vier andern Rädern läuft, wodurch jedoch die Friction noch vermehrt ist. Viele deutsche Hunde, z. B. Fig. 8., haben auch gar keine Leitung, und laufen blos zwischen den Spurlatten. Alle haben breitere Spur als

*) Der verstorbene Oberbergrath Schultz beschreibt in seinen Grund- und Aufrissen im Gebiete der allgemeinen Bergbaukunde, Berlin 1823, S. 162. einen zu Bräumsdorf bei Freiberg zur Streckenförderung angewendeten deutschen Hund mit Spurnagel und mit beweglichem Vordertheil, der sehr vortheilhaft sein soll. H.

als die ungarischen Hunde, können aber von jedem weit weniger geübten Arbeiter gestoßen werden, weshalb sie in manchen Fällen einen Vorzug vor dem ungarischen Hunde haben.

Die Manipulation bei der Förderung mit dem deutschen Hunde ist wie bei der deutschen Wagenförderung. Der Schlepper wirkt an der hohen Hinterwand des Hundes, jedoch ohne aufzudrücken oder die kleinen Vorderräder zu heben.

Der Nutzeffect der deutschen Hunde ist geringer als der der ungarischen, und steht auch dem der deutschen Wagenförderung etwas nach.

3. Wagenförderung.

Die deutsche und die englische Wagenförderung bedürfen (wie auch die deutsche Hundeförderung) eigenthümlicher Gestänge zur Leitung und Fortbewegung; es ist daher nöthig, zuvörderst von diesen zu reden.

Man unterscheidet bei der Streckenförderung folgende Arten von Gestängen und Schienenwegen:

1) das hölzerne oder gußeiserne deutsche Wagengestänge:
2) das hölzerne englische Wagengestänge;
3) die entweder aus Guß- oder Stabeisen bestehenden englischen Schienenwege oder Wagengestänge.

1. Das deutsche Wagengestänge besteht aus Stegen, Laufbrettern und Spurlatten, oder aus Stegen, Laufbrettern und gußeisernen Schienen, und wird entweder auf die Sohle oder auf das Tragwerk der Strecken aufgelegt. Die Stärke des Gestänges richtet sich nach der Größe des Fördergeräthes, die Construction ist aber immer dieselbe. Man bedient sich theils des Eichen-, theils des Buchenholzes: zu den Spurlatten fast stets des letztern, zu den Stegen des erstern; Kiefern- und Fichtenholz wird nur da angewendet, wo man kein anderes Holz hat. Zuvörderst werden bei den Gestängen, in Entfernungen von 70 bis 80 Zoll, Stege, a Fig. 6 und 8., quer über die

Streckensohle gelegt, oder in den Thürstocken befestigt, worauf denn wiederum die Laufbretter b Fig. 6 und 8. befestigt werden. Diese sind 4 bis 6 Zoll breit, und 1½ bis 2 Zoll stark. Die Spurlatten c, welche auf die Gestängebretter genagelt werden, sind 1½ bis 2 Zoll im Quadrat stark. Sie bestimmen die Spurweite des Wagenweges, welche bei dem Rollwagen so groß genommen wird, daß die Räder auf jeder Seite ½ bis 1 Zoll Spielraum behalten. Für Gestellwagen muß der Spielraum etwas größer sein, und auch in Krümmungen jeder Art giebt man zweckmäßig etwas mehr Spurweite. Ist die Biegung sehr stark, muß man z. B. um eine Ecke fahren, so ist es am besten, die ganze Förderbahn an dieser Stelle auszudiehlen. Ausweichungen und Wechsel würden auf dieselbe Art vorzurichten sein; bei dem deutschen Hunde kommen sie indessen nur selten vor, weil man sich meist auf eine noch viel einfachere Weise helfen kann. Dieß geschieht dadurch, daß der leichtgebauete leere Förderwagen, sobald er einem gefüllten begegnet, umgestürzt und aus der Bahn gebracht wird. Der gefüllte Wagen fährt vorbei, und der leere wird wieder in die Bahn gebracht, welches sehr schnell und fast ohne Zeitverlust geschehen kann. In dieser Leichtigkeit, Ecken zu umfahren und einander anszuweichen, beruht ein wesentlicher Vorzug der deutschen Wagenförderung vor der englischen; ein sehr erheblicher Vortheil in winkligen Strecken, oder wenn öftere Ausweichungen nöthig sind.

Im südlichen England bedient man sich häufig der sogenannten flachen oder deutschen Schienenwege (Tramroads, Tram- oder Flat-Rails). An den gußeisernen Schienen ist eine Spurrippe befindlich, wodurch das Ablaufen der Räder, die keine Spurkränze haben, verhindert wird. Die Spurrippe ist nicht, wie bei den hölzernen Gestängen, außerhalb, sondern innerhalb der Räder befindlich. Die ungefähr 3 Zoll breiten, 3½ bis 4 Fuß langen, mit einer 1 bis 2 Zoll hohen Spurrippe versehe-

nen, gegossenen Schienen werden auf hölzernen Stegen oder, wie dieß am Tage häufig der Fall ist, auf steinernen Unterlagen befestigt.

In den Abbaustrecken kann das Gestänge immer unmittelbar auf die Streckensohle gelegt werden, eben so auch in denjenigen Feld- und Grundstrecken, in denen ein besonderer Sohlenritz für die Wasser geführt ist. Stollen, Stollenquerschläge, Feld- und Grundstrecken, auf deren Sohlen ein Raum für die Wasserseige berücksichtigt werden muß, erfordern kostbarere Vorrichtungen. Es muß entweder in der ganzen Breite der Strecke ein ganzes Tragwerk gelegt, oder in angemessener Höhe über der Sohle starke Stege eingebühnt werden, auf welche das Gestänge gelegt wird. Dann ist aber auch noch ein besonderes Laufbrett für den Wagenstößer erforderlich.

2. Das englische hölzerne Wagengestänge besteht aus vierkantigen Straßbäumen mit untergelegten Stegen. Bei größern Förderungen werden auf die Straßbäume noch Latten gelegt, um sie zu schonen. Zu den Stegen und Straßbäumen bedient man sich vorzugsweise des Eichenholzes, zu den Latten nur des Buchenholzes. Die Dimensionen des Gestänges sind nach der Größe des Fördergeräthes verschieden; die Stärke der Straßbäume beträgt 3 bis 6 Zoll Quadrat. — Die Räder der englischen Wagen haben Spurkränze, damit sie nicht von dem Gestänge ablaufen. Der Spielraum der Räder darf nicht so bedeutend sein, wie bei dem deutschen Wagengestänge; die Breite eines Rades darf er niemals erreichen, sondern muß um die Hälfte kleiner sein, weil sonst der Wagen von dem Gestänge ablaufen könnte. Man giebt nicht leicht unter $\frac{3}{4}$, aber auch nicht über $1\frac{1}{2}$ Zoll Spielraum; nur in den Wendungen ist er ein wenig größer. Die Wendungen sind bei dem englischen Wagengestänge immer sehr beschwerlich.

3. Das eiserne englische Wagengestänge

(Rail-roads, edge-Rails) besteht entweder aus gußeiser-nen oder gewalzten Schienen, welche im Allgemeinen das Ansehen der Fig. 10. a b c haben, die eine Längenansicht, so wie d einen Querdurchschnitt geben. Anfänglich fertigte man dieselben nur von Gußeisen an, später auch von ge-walztem Stabeisen, und diesen giebt man in England sehr den Vorzug, sowohl bei großen Schienenwegen über Tage, als auch bei kleinen in den Gruben. In Deutschland dürften die gewalzten Schienen bis jetzt kaum einmal or-dentlich angewendet sein; vielleicht beim oberschlesischen Steinkohlenbergbau, wo man auf den musterhaft betrie-benen Königl. Gruben alle neuen, guten Einrichtungen, und einen bessern Betrieb als irgendwo trifft. Die Schienen des Weges bei Darlington in Durham sind 15 Fuß lang, $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch, und ihre größte Breite beträgt $2\frac{1}{4}$ Zoll. Der laufende Fuß wiegt $9\frac{1}{3}$ Pfund. Diese Schienen, c Fig. 10., werden in gußeisernen Lagern, b, mittelst Keilen befestigt, die theils auf hölzernen, besser aber auf steiner-nen Unterlagen, a, ruhen. — Auf einer Strecke der Dol-coath-Grube in Cornwall befindet sich ein schmiedeeiserner Schienenweg, auf dem ein Förderwagen von Eisenblech läuft. Die Schienen sind $\frac{1}{3}$ bis $\frac{5}{6}$ Zoll stark, und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll hoch, an den Enden mit angeschweißten Laschen ver-sehen, mit denen die Schienen auf hölzernen Stegen be-festigt sind. Ein Fuß dieser Schienen wiegt 3, 4, 5 bis 6 Pfund.

Weil es ungleich schwerer ist, den vollen Wagen fort-zubewegen als den leeren, so giebt man den Förderstrek-ken, wo es thunlich ist, gern ein geringes Fallen. Eine auf Versuche gestützte Berechnung ergiebt, daß, wenn sich der Durchmesser der Achsen zum Durchmesser des Rades wie 1 zu 12, und die Last des Wagens zur ganzen fort-zuschaffenden Last etwa wie 1 zu 4, oder wie 1 zu 5 ver-hält, das Fallen des Wagenweges bei eichenen Straßbäu-men $2^{\circ}\ 3'$, bei flachen eisernen Schienen $50'$, bei convexen

eisernen Schienen 43′ betragen müsse, damit der Wagen eben so leicht voll herablaufe, als leer hinaufgehe.

Aus einer Vergleichung der verschiedenen Arten von Wagengestängen geht hervor, daß für kleine Förderlängen das deutsche Wagengestänge ungleich theurer als ein hölzernes englisches ist, für größere aber die Kosten bei jenem etwas geringer als bei diesem sind. Dagegen sind die Reparaturkosten bei dem deutschen Gestänge ungleich höher, weil die Unterhaltung der Laufbretter so kostbar ist. Das eiserne Gestänge erfordert zwar das größte Anlagekapital, aber die geringsten Unterhaltungskosten; auch ist zu berücksichtigen, daß der Werth der eisernen Schienen nicht verloren geht. Der wesentlichste Vortheil des eisernen Gestänges beruht jedoch auf dem größern mechanischen Effecte.

Vergleicht man die Vortheile und Nachtheile der drei verschiedenen Arten von Gestängen, so dürfte sich Folgendes ergeben: Für alle kleineren Förderungsvorrichtungen behauptet das deutsche Wagengestänge vor dem englischen den Vorzug, weil das Ausweichen und Wechseln schnell und ohne Zeitverlust geschieht, ohne künstlicher Biegungen zu bedürfen, und weil es leicht zu repariren ist. Bei größern Förderungen muß man einem englischen Gestänge, besonders einem eisernen Schienenwege, den Vorzug geben, und die größern Anlagekosten werden durch die geringern Reparaturkosten, die bei schweren Fördergefäßen auf einem deutschen Gestänge außerordentlich hoch sind, reichlich ersetzt.

Außer den zu Ende dieses Hauptstücks aufgeführten Schriften über die Förderung im Allgemeinen sind zum speciellern Studium der Schienenwege noch folgende zu empfehlen:

v. Bader, über die neuesten Verbesserungen und die allgemeinere Einführung der Eisenbahnen. München, 1825.

Wood, a Treatise on Rail-roads etc. London, 1825.

Tredgold, a practical Treatise on Rail-roads and Carriages. London, 1825.

v. Oeynhausen und v. Dechen, über Schienenwege in England. (Aus dem XIX. Bande von Karsten's Archiv besonders abgedruckt). Berlin, 1829.

Von den Fördergefäßen für die Gestellwagen. — Zu den sämmtlichen Gestellwagen, die so häufig bei dem Steinkohlenbergbau in Anwendung kommen, gehören Gefäße zum Aufnehmen des Fördermaterials. Da wo die Zutageförderung durch Navigation oder durch Schachte statt findet, ist es, um die Zerbröckelung der Kohlen zu vermeiden, sehr gut, dieselben Gefäße, deren man sich zur Streckenförderung bedient, auch zur Schacht- und Navigations-, ja auch zur Tageförderung anzuwenden. — Gestalt und Größe der Gefäße sind verschieden; sie sind entweder cylindrisch, abgekürzt konisch mit kreisförmiger, elliptischer und kreissegmentförmiger Grundfläche, oder quadratisch und parallelepipedisch. Die runden, Tonnen und Kübel genannt, bestehen, wie Fig. 3 und 5. Taf. VI. zeigen, aus zusammengespundeten Dauben, die viereckigen, von denen bei b Fig. 1. Taf. VI. einer dargestellt ist, wie in Fig. 10. Taf. VII. drei, aus Brettern. Alle sind mit Eisen beschlagen. Auch bedient man sich geflochtener Körbe.

Die zur Schachtförderung dienenden Vorrichtungen bestehen ganz allgemein in Oesen zum Anschlagen an die Seilhaken, deren diese Gefäße größtentheils zwei einander gegenüberstehende, einige der runden auch wohl drei haben, welche gleich weit von einander abstehen (s. Fig. 3 und 5.).

Bei den parallelepipedischen Fördergeräthen, welche in donnlägigen Schachten gebraucht werden, sind noch außerdem an einer Seite mit Eisen beschlagene Kuffen, oder mit Eisen beschlagene Walzen angebracht. Sie sind zwar etwas schwerer als die runden Gefäße, aber dauerhafter. Auch kann der räumliche Inhalt derselben genauer bestimmt wer-

den, als bei den runden Gefäßen. — In winkligen Schachten sind runde Gefäße den eckigen vorzuziehen.

Die abgekürzt konischen Gefäße, mit elliptischer und kreissegmentförmiger Grundfläche, werden vorzüglich nur zur donnlägigen Schachtförderung gebraucht. Die durch die Sehne gebildete flache Seite der letztern gleitet auf der mit Latten belegten Donnlage. Hin und wieder ist der obere Rand des Gefäßes schief abgeschnitten, um das Herausfallen des zu fördernden Materials zu vermeiden. — Wir kommen weiter unten, bei der Schachtförderung, nochmals auf diesen Gegenstand zurück.

Von den verschiedenen Arten von vierrädrigen Förderwagen.

1. Der deutsche Rollgestellwagen. Das Gestell dieser und ähnlicher Wagen besteht aus zwei Gestellbäumen, welche durch zwei, selten durch drei eingezapfte Querriegel mit einander verbunden sind. Auf dem Gestell sind Zapfen oder Latten angebracht, um das Fördergefäß sicher darauf stellen zu können. Außerhalb der Querriegel, jedoch innerhalb der Gestellbäume, sind die Räder angebracht, welche aus hölzernen, mit Eisen beschlagenen Scheiben bestehen, von denen die beiden vordern und dte beiden hintern, folglich je zwei derselben, durch ein Querstück verbunden sind. Das Querstück ist entweder gelocht, und da, wo die Radscheiben aufgesteckt sind, befinden sich kleine eiserne Buchsen, so daß das Ganze um eine durchgesteckte eiserne Achse beweglich ist, welche in die Gestellbäume eingelegt und befestigt wird, — oder die Achsen sind mit dem Querstück selbst verbunden, und drehen sich an beiden Enden in kleinen Zapfenlagern. Beide Arten haben ihre Vortheile und ihre Nachtheile. Die Räder werden aus einem eichenen Brette rund gedrehet, dann beschlagen, und darauf das vierkantige Loch eingeschnitten, in welches das Ende des Quer-

stücks eingetrieben wird. Das Querstück dient dazu, daß die Räder die Spur nicht verändern können. Es mögen sich nun die Zapfen der Achsen in Buchsen drehen, oder die Räder nebst den Querstücken um die Achse, so giebt man doch den letztern sehr viel mehr Spielraum in den Buchsen, als bei denjenigen Vorrichtungen der Räder, bei denen sich solche einzeln um die Achsen drehen.

Die Gefäße, welche auf diesen Wagen fortbewegt werden, gehören zu den kleinern Arten, und enthalten 3 bis 7 Kubikfuß Steinkohlen.

2. Der englische Rollgestellwagen ist von dem deutschen eigentlich nur in der Construction der Räder verschieden, indem diese einen Spurkranz haben. Die Räder werden entweder aus einer Bohle in einem Stücke gedreht und mit Eisen beschlagen, oder Rad und Spurkranz werden aus zwei Stücken gedreht und zusammen genagelt, — oder der Spurkranz ist von geschmiedetem Eisen, oder, was jedoch das Gewicht des Wagens vermehrt, ohne den Gang desselben wesentlich zu erleichtern, sie bestehen ganz aus Gußeisen.

3. Der deutsche Gestellwagen hat unbewegliche eiserne Achsen, um welche sich einzeln laufende, gußeiserne Räder oder Spurkränze bewegen. Die Räder befinden sich zum Theil innerhalb der Gestellbäume, zweckmäßiger aber außerhalb derselben. Diese Wagen dienen ebenfalls zur Fortschaffung der kleinern und größern Fördergefäße auf hölzernen Gestängen und auf platten eisernen Schienen.

4. Der englische Gestellwagen, Fig. 9. Taf. VII., hat unbeweglich feste Achsen, um deren Zapfen sich englische, d. h. mit Spurkränzen versehene Räder von Gußeisen drehen. Obgleich die gußeisernen englischen Rollgestellwagenräder ungleich dauerhafter sind als die deutschen, so zeigt sich doch auch an diesen, besonders auf geneigten und nassen Förderbahnen, wo die Hemmung der Räder nothwendig, oder eine bedeutende Geschwindigkeit erzeugt

wird, eine überaus starke Abnutzung. — Je näher die beiden Vorder- und die Hinterräder an einander gerückt werden können, je geringer also die Spurbreite des Wagens ist, desto mehr wird der Gang desselben, besonders in Krümmungen und Wechseln, erleichtert. Wo die Höhe der Gestellbäume groß genug ist, so daß die obere Fläche derselben noch über den Radkränzen hervorragt, da lassen sich die Räder nahe an einander rücken, ohne daß der Raum zum Aufstellen der Fördergefäße durch die anstreifenden Radkränze beengt würde. — Die weite Entfernung der Räder, oder die große Spurweite, ist ein gemeinsamer Nachtheil aller bisher erwähnten Wagen, welcher sich aber in den meisten Fällen, wegen der geringen Höhe der Strecken, nicht vermeiden läßt. Gewöhnlich werden die englischen Gestellwagen durch Menschen, bei starker Förderung aber auch durch Pferde, wie z. B. auf der Königsgrube in Schlesien, gezogen. Man bediente sich dort früher großer englischer Wagen, auf die drei Kasten gestellt wurden, von welchen jeder zwei Tonnen (à 4 Preuß. Scheffel) faßte, Fig. 9. Da sich aber bald zeigte, daß das Gestänge litt, so hängt man jetzt zwei kleinere Wagen an einander, auf deren jeden ein Kasten gestellt wird. Auf der großen Steinkohlengrube Whingill bei Whitehaven in England, deren gesammte convexe Schienenwege eine Länge von 7700 Lachtern einnehmen, laufen gußeiserne Gestellwagen, welche aus zwei Seitenplatten bestehen, die durch zwei hölzerne Querriegel mit einander verbunden sind. Die obere Hälfte der Achsenpfanne ist an das Gestell angegossen, die untere wird daran geschraubt. An jeder Achse ist ein Rad befestigt, das andere läuft aber frei an derselben, weil dies die Krümmungen und Unreinigkeiten des Schienenweges nöthig machten. Der Wagen ist daher, streng genommen, ein Rollgestellwagen. Auf das Gestell werden von Weiden geflochtene Körbe gestellt, welche einen eisernen Bügel und Bodenschienen haben, 11 Ctr. Kohlen enthalten, und zugleich

als Schachtfördergefäß gebraucht werden. Zehn solcher, mit 110 Ctr. Kohlen beladener Wagen werden durch ein Pferd bewegt *).

5. Der deutsche Rollwagen ist nur in der Construction der Räder von dem folgenden verschieden, und bedarf daher keiner besondern Beschreibung.

6. Der englische Rollwagen unterscheidet sich von dem Wagen Nr. 2. nur dadurch, daß ein mit dem Gestell verbundener Raum die Fördermasse aufnimmt, auf jenen hingegen besondere Gefäße gesetzt werden. Man wendet diese Wagen hauptsächlich auf schmalen Flötzen bei kurzen Streckenlängen an, wo das Förderquantum nach einem auf der Lösungssohle befindlichen Füllort gebracht, und von dort durch größere Gefäße weiter gefördert werden soll. Auch bedient man sich dieses Wagens bei Streckenförderungen, welche mit einer Schachtförderung in sehr donnlägigen Schachten verbunden sind, weshalb das Geräth auf den Rädern heraufgezogen werden muß. Endlich wendet man den Wagen auch auf Erzbauen, Steinbrüchen ꝛc. an.

7. Der deutsche Wagen dient auf hölzernen und eisernen platten Gestängen zur Strecken-, und die kleinern auch zur Schachtförderung, und es liegen bei demselben die Räder unter dem Kasten. Der Kasten besteht aus fünf Brettern, und ist auf der einen schmalen Seite mit einer Thür, zum bessern Entladen, versehen. Die Achsen sind an dem Boden festgeschraubt. Die größern deutschen Wagen werden zur Strecken- und Stollenförderung, auch mittelst Pferden, häufig in den südlichen und mittlern Grafschaften Englands angewendet.

8. Der englische Wagen ist in Fig. 10. Taf. VII. abgebildet, und wird auf convexen Schienen bewegt. Man bedient sich seiner hauptsächlich bei großen Förderlängen

---

*) v. Oeynhausen und v. Dechen über Schienenwege in England, S. 128. H.

und bei beträchtlichen Förderquantitäten, wobei er entweder durch Menschen oder Pferde bewegt wird. Ein Pferd fördert auf diese Weise bequem 24 Preuß. Scheffel auf einmal. Gewöhnlich besteht der Kasten aus Holz, hin und wieder, z. B. auf der Dolcoath-Grube in Cornwall, aus Eisenblech. Die Achsen bestehen aus geschmiedetem Eisen, und sind an den Kasten angeschraubt, die Räder aus Gußeisen. An der einen schmalen Seite ist eine Thür, gewöhnlich eine Schiebethür, angebracht, die zur Erleichterung des Ausladens dient.

Es würde uns offenbar hier zu weit führen, wollten wir uns in das Specielle des Nutzeffects der verschiedenen Arten von Wagenförderungen einlassen; es mögen nur noch einige in Oberschlesien gemachte Erfahrungssätze ihren Platz finden. Ein Wagenstößer fördert auf 100 Lachter gerader Förderlänge in einer 12stündigen Schicht 80 Wagen zu 5 Scheffeln, oder 400 Scheffel Steinkohlen vor; ein Pferd auf derselben Länge und in derselben Zeit 750 Scheffel.

III. Die Förderung durch Navigation oder mittelst Kähnen.

Diese ganz eigenthümliche Förderungsmethode wird entweder auf einer Strecke vorgerichtet, um die gewonnenen Mineralien nach einem Förderschachte zu transportiren, und dann vertritt sie die Stelle der gewöhnlichen Streckenförderung, — oder auf dem Hauptstollen einer Grube, in welchem zu dem Ende die Wasser aufgestauet werden. Durch einen solchen Stollen findet dann Förderung zu Tage aus statt, wie auf der Fuchsgrube unweit Waldenburg in Niederschlesien. Auch kann ein solcher Stollen mit einem Kanale zusammenhängen, wie der schiffbare Hauptschlüsselstollen zu Zabrze in Oberschlesien mit dem Clodnitz-Kanal, der bei Cosel mit der Oder in Verbindung steht, oder wie an mehreren Orten in England.

Die Vorrichtung eines navigabeln Stollens oder einer

navigabeln Strecke erfordert immer sehr bedeutende Ausgaben, und es muß daher ein sehr großes Förderquantum vorhanden sein, um das Auslagekapital zu decken. Stollen oder Strecken müssen in ungewöhnlich großen Dimensionen aufgefahren und, wo es erforderlich ist, gehörig ausgemauert werden. Die zur Schifffahrt in Gruben angewendeten Kähne sind lang, und beim Steinkohlenbergbau ist es am besten, die aus den Abbaustrecken durch Diagonalen oder Bremsberge auf Gestellwagen bis zum Kahn geförderten Kohlen mit den Fördergefäßen, und nicht mit den Kohlen unmittelbar, zu beladen. Das Ein- und Ausladen der Fördergefäße in die Kähne geschieht durch Krahne. — Damit die auf einem schiffbaren Stollen, oder auf einer schiffbaren Strecke hin- und hergehenden Boote sich ausweichen können, müssen in gewissen Entfernungen eigene Ausweichungen, und zum bessern Fortschieben der Boote Griffe an die Wände der Stollen und Strecken angebracht sein.

Unter allen Förderungsmethoden erscheint die Navigationsförderung, wo die Verhältnisse nur einigermaßen günstig sind, als eine der nutzbarsten und wohlfeilsten. Die Bedingungen, welche sie begünstigen, sind namentlich folgende: 1) Das Förderungsquantum, seien es nun Steinkohlen, oder Erz und Berge, muß beträchtlich, und die Ausdauer desselben auf eine Reihe von Jahren gesichert sein. — 2) Die Kosten für Schiffbarmachung des Stollens oder der Strecke dürfen nicht zu hoch ausfallen. Die Schwierigkeiten, die sich hier zeigen, sind Härte des Gesteins, oder viele und starke Mauerung. — 3) Die Schachtteufe, welche der navigable Stollen einbringt, muß beträchtlich sein, indem alsdann die bedeutenden Schachtförderungskosten erspart werden, auch mit größerer Schachtteufe die Streckenförderungskosten wachsen, weil dann immer nur wenige Schachte abgeteuft werden können. — 4) Mittlere Mächtigkeit der Steinkohlenflötze. — 5) Theures

Material, indem solches durch diese Förderung erspart wird. — 6) Günstige Lage des Stollenmundloches, damit die Kohlen sich gleich auf einem für die weitere Abfuhr günstigen Punkte befinden, geschehe diese nun auf Kanälen, oder auf Schienenwegen, oder auf gut unterhaltenen Landstraßen.

Ein wesentlicher Vorzug der Navigationsförderung ist übrigens Ersparung an Menschenhänden, indem bei keiner andern Förderung ein Mensch solchen Effect zu leisten vermag.

Ein sehr wesentlicher Nachtheil der Navigationsförderung dagegen ist der, daß mit dem Zunehmen der Navigationslänge die Vortheile derselben immer mehr vermindert werden. Nicht allein die Kosten für Anlage der Navigation werden hierdurch sehr bedeutend gesteigert, sondern auch der Effect derselben sehr vermindert. Besonders werden alsdann Störungen von sehr großem, nachtheiligen Einfluß. Eine Förderlänge von 1000 Lachtern scheint sehr zweckmäßig.

Was nun den Nutzeffect der Navigationsförderung betrifft, so hat man zu Zabrze gefunden, daß ein Bootsknecht in einer 12stündigen Arbeitsschicht, auf 900 Lachter Länge, bequem 210 Scheffel Steinkohlen (à 2,8 rheinl. Kubikfuß oder $1\frac{1}{3}$ Berliner Centner), in 4 Touren, vorfördern kann.

Bei der Streckenförderung, wie sie bis jetzt betrachtet worden ist, geschah die Förderung immer nur auf söhligen, oder doch nach Maßgabe der Fördervorrichtung zweckmäßig geneigten Strecken. Die Gewinnungspunkte liegen indeß in der Regel immer beträchtlich tiefer oder höher als die Grund-, Feld- oder Gezeugstrecken, und weil man zu denselben nur durch kleine Schachte, oder durch mehr oder weniger stark ansteigende Strecken gelangen kann, so muß sich die Streckenförderung auch auf solche stark geneigte Strecken ausdehnen, wozu mehrere eigenthümliche Methoden in Anwendung gebracht werden.

Wir betrachten daher nun die Förderungsmethoden, welche dazu dienen, um beim Steinkohlenbergbau aus den obern Abbaustrecken und den Gewinnungspunkten auf die Grundstrecke oder auf die Schachtsohle zu gelangen. Es sind folgende:

I. Förderung in diagonalen Strecken.

Diese schließt sich zunächst an die Streckenförderung an. Diagonale Strecken, G Fig. 5. und d Fig. 6. Taf. V., werden, wie schon im vorigen Hauptstück gesagt wurde, diejenigen genannt, welche unter einem mehr oder weniger starken Winkel ansteigen, und deren Richtung zwischen der Streichungs- und Fallungsebene des Flötzes fällt. Sie werden aus den Grund- oder Abbaustrecken in einem mehr oder weniger spitzen Winkel getrieben.

Das Ansteigen der Diagonalen richtet sich nach dem Fallen des Flötzes, nach der Pfeilerhöhe, welche dieselben einbringen, nnd nach der Länge, welche sie erhalten sollen. Für die Förderung würde es zweckmäßig sein, das Ansteigen so gering als möglich zu machen, und in keinem Falle ein Ansteigen zu nehmen, welches stärker ist als der für die vorzurichtende Förderung passende Gleichgewichtswinkel. Für Schlepptrogförderung würde daher das Ansteigen nicht über 18°, für die kleinern Wagenförderungen auf hölzernem Gestänge nicht über 2° 20′, für die größern nicht über 1° 12′, und für eiserne Gestänge nur etwa halb so groß zu wählen sein. In der Regel erhalten aber bei der Wagenförderung die Diagonalen ein weit stärkeres Ansteigen; auch sucht man aus Gründen des Abbaues ihnen immer das größtmöglichste Ansteigen zu geben. Je kleiner die Fördergefäße sind, desto stärker kann das Ansteigen gegeben werden. — Bei sehr starken Neigungen (welches jedoch nur bei der Wagenförderung vorkommt) wird das Fördergefäß mit solcher Gewalt hinabgezogen, daß der Fördermann es nicht mehr mit freier Hand halten kann. Es

müssen dann ein oder mehrere Räder des Wagens gehemmt, oder es muß irgend eine andere Bremsvorrichtung angebracht werden.

Schwieriger als das Hinabfördern ist das Heraufbringen des leeren Fördergefäßes, welches bei stark ansteigenden Diagonalen viel Zeit und Kraft erfordert. Die Förderung in Diagonalen eignet sich daher nur für kleine Fördergefäße, weil hier das möglichst größte Ansteigen gegeben werden kann. Sie ist ferner nur auf schwach geneigten Flötzen anwendbar, und die Neigung der Flötze darf nicht wohl über 30° sein.

Auf flach geneigten Flötzen hat die Förderung in Diagonalen wesentliche Vortheile, und bei sehr schwacher Neigung ist sie, nebst einer eigentlich schwebenden Strecke, das einzige Mittel, aus der Grundstrecke in die obere Abbaustrecke zu gelangen. Auf sehr schwach geneigten Flötzen braucht man den Diagonalen 4, höchstens 5° Ansteigen zu geben, und sie werden die Abbaustrecken noch ziemlich rechtwinklig durchschneiden. Sie haben ferner den wesentlichen Vorzug vor andern Methoden, daß sie die Zerkleinerung der Kohlen möglichst verhüten, und daß die Förderung ohne Unterbrechung fortgeht.

Diese Vortheile der Diagonalen sind auf Flötzen, die nicht über 10° einfallen, sehr bemerkbar. Ist die Neigung aber größer, so haben die Diagonalen auch wesentliche Nachtheile, indem die Länge der Förderbahn mit dem Fallen des Flötzes zunimmt, und um so größer wird, je kleiner das Ansteigen der Diagonale ist. Andere wesentliche Nachtheile derselben bestehen darin, daß solche beschwerlich, und der Nutzeffect, gegen die auf horizontalen Strecken, bedeutend geringer ist, und daß solche viele Reparaturen der Förderbahn und des gehenden Zeuges veranlassen. — Die Diagonalenförderung hat übrigens gegen die Streckenförderung nichts Eigenthümliches.

Häufig wird auf den Diagonalen mit Pferden geför-

dert, wie z. B. auf der Königsgrube in Oberschlesien, wo ein Pferd auf einer Länge von 300 Lachtern, von denen die Hälfte nur Diagonale von 3 bis 6° Ansteigen ist, in der 12stündigen Schicht nur 200 Scheffel Kohlen fördert.

II. Förderung in Bremsschachten oder Bremsbergen.

Auf den stärker geneigten Flötzen, wo die Diagonalen nicht mehr ausreichen, bedient man sich, wenn das Fallen nicht zu groß ist, der Bremsschachtförderung. Der Zweck derselben besteht darin, ein gefülltes Fördergeräth, welches gewöhnlich ein Wagen, und selten nur ein Schlepptrog ist, von den höher gelegenen Abbaupunkten auf die Grundstrecken herabzulassen, und zugleich ein leeres Fördergefäß statt des gefüllten wieder hinaufzuziehen.

Der Bremsschacht oder Bremsberg, F Fig. 5. und c Fig. 6. Taf. V., steigt aus den Grundstrecken in ganz gerader Richtung auf der Fallungslinie des Flötzes auf. Um nun die Förderwagen aus den von ihm rechtwinklig ablaufenden Abbaustrecken in die Leitung auf den Bremsberg einzurichten, dient die sogenannte Drehscheibe (von Holz), die sich mittelst untergelegter Rollen um einen Nagel bewegt. Der Förderwagen wird auf diese Drehscheibe aufgefahren, und diese durch Drehen in die erforderliche Richtung gebracht.

Das Wesentlichste, wodurch auch diese Förderung den Namen erhalten hat, ist die Bremsvorrichtung, durch welche die Förderung selbst bewirkt wird, und welche in einem Haspel besteht, dessen Bewegung nach Willkühr gehemmt werden kann. Der Bremshaspel befindet sich am obern Ende des Bremsberges, und besteht aus einem Rundbaum, um welchen sich das Bremsseil oder die Bremskette wickelt, und aus dem Bremsrade. Die einfachste, aber auch unvollkommenste Bremsvorrichtung besteht in einem hebelartigen, mit einem runden Ausschnitte für das Rad versehenen

Brems-

Bremsholz. Beim Fördern bringt der Schlepper das Gefäß auf die Drehscheibe, richtet dieselbe in die Wagenleitung des Bremsberges, und begiebt sich, sobald das Gefäß hinabzurollen anfängt, an das Bremsholz, um es an das Bremsrad zu drücken. Gleichzeitig mit dem Anschlagen des vollen Gefäßes ist auch unten ein leeres angeschlagen worden, welches durch das hinabgehende volle Gefäß in die Höhe gezogen wird. Diese Vorrichtung hat die Unvollkommenheiten, daß das Bremsen nur unmittelbar beim Haspel geschehen kann, und folglich ein besonderer Bremser erforderlich ist, und auch, daß bei starker Neigung des Bremsberges und bei großen Fördergefäßen viel Kraft nothwendig wird.

Man hat daher folgende Vorrichtung angebracht: Das Rad läuft in einer Bremskapsel, welches die Hälfte desselben bedeckt. An dieser Kapsel ist ein Baum befestigt, der mit einem Hebel in Verbindung steht, durch welchen derselbe, und dadurch auch die Kapsel, vor- oder zurückbewegt, und letztere daher an das Bremsrad angedreht oder angeschoben werden kann. An dem Baume hängt ein schweres Gewicht, das die Kapsel mit hinreichender Kraft andrückt, um selbst in der stärksten Bewegung augenblickliche Hemmung zu veranlassen. Das Gewicht erhält nun den Haspel immer im Zustande der Hemmung, und um dieselbe während der Förderung ganz oder theilweise aufzuheben, befindet sich an dem Hebel eine Schnur, welche bis an den Fuß des Bremsberges hinabgeht, und dort mit einer Handhabe versehen ist, so daß der Anschläger am Fuße des Bremsberges zugleich das Bremsen besorgt. Sobald das volle Gefäß oben angeschlagen ist, zieht er die Schnur an, und hebt die Hemmung theilweise auf, so daß sich das Gefäß vorwärts bewegen kann.

Auf ganz flach fallenden Flötzen läßt sich die Bremsschachtförderung nicht anbringen; 9 bis 10° Fallen schei-

nen bei eisernen Schienen das Minimum zu sein, 12 bis 15° bei hölzernen Gestängen. Bei Neigungen über 36° ist das Bremsen schon mit Schwierigkeiten verbunden.

Die Bremsschachtförderung hat gegen die in Diagonalen den Vortheil, daß sie einen größern Effect leistet, und daß dabei ein reinerer Abbau statt finden kann, indem bei Diagonalen Ecken und Winkel entstehen.

Ein nicht unwesentlicher Nachtheil der Bremsschachtförderung besteht in den Kosten der Vorrichtung nnd Erhaltung.

Nach dem bisher Angeführten dürfte sich die Förderung in Diagonalen auf Flötze bis zu 10° Neigung, die Förderung durch Bremsberge auf Flötze bis zu 36° Neigung erstrecken. Bei allen stärker geneigten Flötzen versagen jene beiden Förderungsmethoden, wenigstens wird ihre Anwendung mit vielen Schwierigkeiten verknüpft sein. In solchen Fällen müssen daher andere Methoden in Anwendung gebracht werden. Die Förderung aus donnlägigen Schachten gehört indeß der Schachtförderung an, und wird dort näher betrachtet werden.

III. Rolllochförderung.

Die Rolloch-, Rollschacht- oder Schutt-Förderung findet nur auf stark geneigten Flötzen, aber auch auf Försten- und Querbauen statt. Bei Flötzen sind es wahre Ueberhauen oder schwebende Strecken, die von der Grundstrecke aus durch den ganzen Pfeiler getrieben, übrigens aber wie donnlägige Schachte behandelt und ausgezimmert werden, jedoch in der Regel ohne Zimmerung ganz im Festen stehen. Bei den Försten- und Querbauen läßt man, wie schon im vorigen Hauptstücke bei diesen Abbauen gesagt wurde, die Rollschachte oder Schutte in der Bergversetzung offen, indem man sie mit trockner Mauerung aussetzt. In diese Rolllöcher werden die oberhalb der Feld- oder Grundstrecke gewonnenen Erze, Kohlen, und auch die

nicht zu versetzenden Berge hineingestürzt und auf die Strecke hinabgerollt.

Um das Zerfallen der Kohlen möglichst zu vermeiden, müssen die Rolllöcher stets mit Kohlen angefüllt erhalten werden, damit sie nicht einzeln hinabstürzen, sondern in Masse durch ihr Gewicht langsam hinabgedrückt werden. Wo das Rollloch in die Grundstrecke mündet, befindet sich ein hölzerner Kasten, welcher mit einem Schieber versehen ist. Der Schieber wird nach dem Hangenden zu geöffnet, und durch Herablassen desselben das Rollloch verschlossen. Unter dem Schieber ist eine Art von Gasse angebracht, damit die Kohlen unmittelbar aus dem Kasten in das darunter gestellte Gefäß gezogen werden können. Bei schlechter Beschaffenheit des Liegenden des Flötzes wird die Donnlage des Rolllochs mit Bohlen bekleidet, um das Hinabrutschen der Kohlen zu befördern; jedoch ist dieß Bekleiden der Sohle überhaupt zweckmäßig, um die Verunreinigung derselben zu verhüten.

Ein wesentlicher Vortheil der Rolllochförderung besteht darin, daß sie von selbst und ohne alle Kosten bewerkstelligt wird, und daß auch die Vorrichtung der Rolllöcher nur geringe Kosten verursacht. Der wesentliche Nachtheil derselben liegt in der geringen Sorgfalt für die Kohlen und in dem bedeutenden Verlust an Stückkohlen.

Die Rolllochförderung beschränkt sich auf Flötze, die wenigstens unter einem Winkel von 30° und darüber einfallen.

Zweiter Abschnitt.

Von der Schachtförderung.

Bei metallischen Bergwerken kann die Schachtförderung ganz für sich betrachtet werden, weil gewöhnlich die gewonnenen Erze und die zu fördernden Berge in einem

besondern Füllorte unter dem Schachte aufgestürzt, und in besondern Gefäßen und zu gewissen Zeiten zu Tage gefördert werden. Bei der Schachtförderung auf Steinkohlengruben treten ganz andere Rücksichten ein: sie steht stets mit der vorhergegangenen Streckenförderung in Verbindung. Beide müssen in einander eingreifen, und die eine muß zur andern passen, damit die Wirkung der einen nicht theilweise durch die der andern gehemmt und aufgehoben werde.

Ehe wir jedoch zu der Betrachtung der verschiedenen Arten von Schachtförderung übergehen, müssen wir zuvörderst von den Ketten-, Seilen- und Fördergefäßen, die dabei angewendet werden, das Nöthige vortragen.

Die Ketten (eiserne Seile) werden aus dem besten fadigen Eisen oder aus starkem Draht angefertigt, und sind z. B. auf dem Oberharz in sehr nassen, nicht über 150 Lachter tiefen Schachten, und auch in England noch häufig in Anwendung. Ihre Glieder haben verschiedenartige Gestalt. Sie haben zwar den Vortheil der längern Dauer, aber den Nachtheil, daß sie sehr schwer sind, und daß fehlerhafte Glieder nicht gut bemerkt werden, und daher leicht zu Unglücksfällen Veranlassung geben können *). Man wendet daher gewöhnlich hanfene Seile an, sowohl in kleinen als in ganz großen Schachten.

Man unterscheidet runde und platte, flache oder Bandseile. Die runden, in Deutschland bis jetzt noch die gewöhnlich angewendeten, werden auf verschiedene Weise angefertigt. Gewöhnlich werden sie aus mehrern gleichen Rundseilen zusammengedreht, oder auch in der Art angefertigt, daß in der Mitte ein stärkeres Rundseil liegt, und

---

*) Ueber die Anfertigung der eisernen Seile auf dem Oberharze siehe Freiesleben's Bemerkungen über den Harz. I. S. 337. Im Vergleich zu den Sächsischen: Bergmännisches Journal, 1793. Stck. 2. S. 181. H.

mehrere andere um dasselbe herumgedreht werden. Jedoch muß stets der beste Hanf genommen werden. Hin und wieder werden die Fäden getheert, ehe man sie zusammendreht, gewöhnlich aber geschiehet dieß erst dann, wenn die Seile fertig sind. An andern Orten werden sie gar nicht getheert, oder wie z. B. in Oberschlesien, in einem Gemisch von Unschlitt und Wachs, erst beim Zusammenschlage der Faden zu Litzen getränkt, welches nach vollendeter Anfertigung des Seils wiederholt wird.

Es ist stets nöthig, die Seile bei einer bestimmten Schachttiefe um ein Fünftel länger machen zu lassen, theils wegen der größern zu erlangenden Teufe, theils wegen des dreifachen Umschlags des Seiles, der stets auf dem Korbe oder auf dem Haspel bleiben muß, ferner wegen der Befestigung an dem Haken, wegen der Reparatur entstehender Brüche, wobei das Seil übereinander gelegt werden muß, und endlich wegen der Verkürzung, welche die Feuchtigkeit herbeiführt.

Der Gebrauch der Bandseile ist in den Bergwerken Englands, besonders zu Dudley, Sheffield, Newcastle und in Cornwall, ferner in den Niederlanden sehr allgemein. Man findet sie bequemer, indem sie sich besser auf die gußeisernen Walzen oder Trommeln der Förderungs-Dampfmaschinen wickeln. Bereits im Jahre 1798 erhielt John Curr zu Sheffield ein Patent auf deren Anfertigung, vorzüglich zum Gebrauch beim Bergwesen, und die erste Idee dazu mag schon weit früher Muschenbrök gegeben haben; in Deutschland hat man jedoch bis jetzt wenig auf diese Verbesserung geachtet.

Die englischen Bandseile bestehen, wie Fig. 5. Taf. VI. zeigt, aus vier an einander genäheten runden Stricken, wovon zwei nach einer Seite hin, die andern nach der entgegengesetzten gedreht sind, so daß das Ganze wie eine Tresse aussieht. Jeder Strick ist zusammengesetzt aus drei Schnüren, wovon bei einem starken Treibseil jeder aus 18

Fäden gedreht wird. Ein dünner Strick geht im Zickzack quer durch die runden Stricke, und befestigt (nähet) solche an einander. Dieser Verbindungsstrick besteht aus drei Schnüren von 12 Fäden.

Daß die auf diese Weise gefertigten Bandseile eine größere Tragkraft haben müssen, kann wohl keiner Frage unterliegen. Mehrere zu einem Rundseil zusammengedrehete Stricke können, aus sehr einleuchtenden theoretischen Gründen, nicht so viel Last tragen, ohne zu zerreißen, als dieselbe Zahl Stricke im Einzelnen. Bei dem Bandseile wirken aber die neben einander befestigten Stricke fast in derselben Art, als wenn jeder für sich allein vorhanden wäre.

Der Königl. niederländische Bergcommissair Chevremont in Mons hat diese englischen Bandseile wesentlich verbessern lassen. Die runden Stricke, aus denen die englischen Bandseile bestehen, sind nämlich zu stark gedreht, so daß der Hanf um $\frac{1}{3}$ kürzer wird; bei den verbesserten wird er nur um $\frac{1}{6}$ verkürzt. Diese werden ferner stärker an einander genäht, und zwar mit zusammengelegtem Bindfaden. Auch werden 6 weniger dicke Seile an einander genähet, wodurch die Bandseile, bei gleichem Gewicht auf gleiche Länge, breiter, aber weniger dick ausfallen. Endlich werden die runden Stricke aus vier Strängen statt aus dreien zusammengedrehet.

Sind die Bandseile nach richtigen Principien verfertigt, so ist ihre Anwendung bei der Grubenförderung der Anwendung der runden Seile weit vorzuziehen. Wenn nämlich letztere sich auf die Trommel oder den Korb wikkeln, so ruhen sie nur auf einem Theile ihres Umfanges, wodurch sie sehr leiden. Auch übt das runde Seil bei dem Aufwickeln auf die Trommel selbst zugleich eine beträchtliche Reibung gegen sein zuletzt aufgewickeltes Stück aus. Die Bandseile hingegen ruhen auf ihrer ganzen Breite, und der zuletzt aufgewickelte Theil erleidet durch den sich aufwickelnden nicht die mindeste Reibung.

Die runden Seile werden beständig so stark gedreht, daß die Fäden des Hanfes $\frac{1}{3}$ von ihrer Länge verlieren. In den ersten Tagen des Gebrauchs verlängern sie sich wiederum bedeutend, besonders wenn man sie bei sehr tiefen Schachten anwendet. Die runden Seile drehen sich auf und verkehrt wieder zusammen, hierdurch leiden sie bedeutend, und verlieren viel von ihrer Haltbarkeit, weil eine Menge Fäden brechen. Schon dadurch, daß der Hanf bei Verfertigung der runden Seile so stark gedreht wird, brechen viele Fäden, und die Seile selbst erhalten eine Steifigkeit, die, wie bekannt, zu ihrer schnellern Unbrauchbarkeit ungemein beiträgt, außerdem auch vorzüglich in den Fällen, wenn solche einen starken Durchmesser haben, Veranlassung giebt, einen Widerstand mehr zu überwinden.

Ganz anders verhält es sich mit den Bandseilen, welche dadurch, daß die runden Stricke schwach gedreht und von einem geringen Durchmesser sind, viel Geschmeidigkeit und Biegsamkeit besitzen. Bei der Verfertigung der Bandseile werden mehrere schwach gedrehete Stricke mit einander vereinigt; es behält hierbei jeder einzelne Strick seine ganze Stärke, und das Bandseil der runden Stricke erhält die Summe der Stärken der einzelnen Stricke *).

Von den bei der Schachtförderung angewendeten Gefäßen wurde schon weiter oben bei dem Fördergefäße Einiges vorgetragen, es bleibt jedoch noch mehreres darüber zu erwähnen übrig. Die Seile sind entweder an den Tonnen oder Kübeln befestigt, wie in Figur 5. Taf. VI., oder an einem Haken, wie in Fig. 3 und 4., an welchem das Gefäß mittelst eines eisernen Ringes angehängt

---

*) Ueber die Bandseile s. Nöggerath in Karsten's Archiv, Bd. IV. S. 95. Ueber die Seile überhaupt: Jahrbücher des polytechn. Instituts zu Wien. Bd. II. S. 431., VII. S. 315. 319. 325., VIII. S. 259., X. S. 174. 191., XI. S. 385. 396., XIV. S. 328.

H.

wird. Die Größe der Kübel und Tonnen ist sehr verschieden; im Allgemeinen sind die in metallischen Bergwerken zur Erz- und Bergförderung angewendeten kleiner als die, welche man zur Steinkohlen-Förderung gebraucht. Auch die Gestalt der Fördergefäße ist verschieden. In donnlägigen Schachten wendet man, wie schon oben bemerkt wurde, ovale oder solche Tonnen an, die auf einer Seite flach und auf der andern rund sind; mit jener liegen sie auf der Donnlage des Schachtes. Gewöhnlich sind sie oben weiter als am Boden, und nur die, welche zur Wasserhaltung oder zum Wasserziehen angewendet werden, sind oben enger.

Die viereckigen Kasten, die man in vielen Steinkohlengruben gebraucht, werden ebenfalls mittelst Ketten, die sich in einen Ring vereinigen, an das Seil gehängt. Da sie aber breiter als höher sind, so lassen sie sich nur schwer umstürzen, weshalb man sie bei jedem Aufgange in den Schacht ab- und wieder anhängt. Zuweilen bewegen sich die Kasten zwischen Leitstangen, die in dem Schachte befindlich, und um die Reibung zu vermindern, sind sie oft mit Rollen versehen, wodurch sie in der Bahn erhalten werden.

Eiserne oder blecherne Fördertonnen sind in Englaud und in den Niederlanden angewendet; an vielen Orten, vor allen aber in England, sind die Körbe im Gebrauch. Sie haben den Vortheil, weit leichter als die hölzernen Tonnen und Kasten zu sein, welches besonders bei der Förderung auf Steinkohlengruben sehr zu berücksichtigen ist.

Netze von Stricken sollen in Polen zur Förderung des Salzes angewendet werden; lederne und leinene Säcke sind wohl nur noch wenig im Gebrauch, sonst waren sie in Ungarn überall in Anwendung.

Weit vortheilhafter ist es, das Ende des Seiles an einem Haken, als dieß unmittelbar an der Tonne zu befestigen, weil es auf diese Weise ungleich mehr abgenutzt wird. Die erstere Art der Befestigung ist in Fig. 3 und

4. Taf. VI. dargestellt. Der eiserne Ring des Hakens ist mit einem Stück Leder überzogen, wodurch die Reibung des Seils auf dem Eisen vermieden wird. Das mit einer Feder versehene Splett verhindert, daß sich das Förder=gefäß loshakt. Sogenannte Karabinerhaken sind schlecht zu diesen Zweck: Schlamm und Wasser verderben die Fe=der bald, und machen sie unbrauchbar.

Diejenigen Arbeiter, welche an der obern Schacht=öffnung die Fördergefäße ausleeren, die sogenannten Stür=zer, können es, auch bei der größten Aufmerksamkeit, nicht vermeiden, einen Stein oder auch die ganze Tonne fallen zu lassen, wodurch oft sehr traurige Folgen für die An=schläger am sogenannten Füllort, oder für die den Schacht weiter absinkenden Bergleute herbeigeführt werden; denn wenn eine Tonne oder nur einige Steine in dem Schacht niedergehen, und unten drei Arbeiter befindlich sind, so ist es fast unmöglich, daß nicht einer beschädigt wird, selbst wenn sie sich unter die Zimmerung oder in den Fahr=schacht flüchten, sobald sie ein Geräusch an der Schacht=öffnung hören.

Um diese Unglücksfälle zu vermeiden, hat man in Eng=land und an vielen andern Orten Rollbrücken oder Schiebethüren angewendet. Diese bestehen aus Bret=tern, und sind mit sechs gußeisernen Rollen versehen, die sich auf Leisten an den Seiten der Schachtöffnung bewe=gen. Zu ihrer Verstärkung sind kreuzweis Hölzer unter den Brücken befestigt, und für das Treibseil ist eine Spalte offen gelassen. Sobald das Fördergefäß in dem Schachte in die Höhe kommt, stößt man die Brücke zurück, zieht sie wieder vor, wenn jenes oben ist, und hängt es nun, ohne die geringste Gefahr für die im Schacht befindli=chen Arbeiter, los, oder stürzt es aus. Auf einigen Gru=ben bewegen sich die Rollbrücken auf einer Art von Wa=gen, ungefähr wie der an den Buchdruckerpressen ist. Min=der bequem, als die Rollbrücken oder die Schiebethüren,

sind Aufklappen oder Fallthüren, deren Construction nichts Eigenthümliches hat.

Zu Anzin zieht man die Tonnen mittelst eines Hakens, der an einem Stocke befestigt ist, herbei, und stürzt sie über der sogenannten Hängebank aus.

Wir wenden uns nun zu den verschiedenen Arten der Schachtförderung und den dazu angewendeten Maschinen.

I. Schachtförderung mittelst des Haspels.

Man muß hier, so wie bei jeder Art der Schachtförderung, die aus seigern und die aus donnlägigen Schachten unterscheiden. Die letztere nähert sich sehr der Förderung auf Bremsbergen, und steht daher in einer streng systematischen Anordnung der verschiedenen Förderungsmethoden in der Mitte zwischen jenen und der Schachtförderung. Jedoch sind alle aus seigeren Schachten übliche Schachtförderungs-Methoden auch in donnlägigen Schachten in Anwendung.

Zur Haspelförderung aus seigern Schachten sind nur wenig Vorrichtungen nöthig. Jeder Förderschacht wird in der Regel auch als Fahrschacht dienen, und schon beim Abteufen wird der Fahr- vom Förderschachte durch Einstriche gesondert. Der Fahrschacht wird jedesmal an einen der kurzen Stöße gelegt, der übrige Raum gehört dem Förderschacht (siehe Fig. 3 und 4. Taf. IX.). Die Dimensionen der Schachte sind sehr verschieden, und werden nach mannigfaltigen Umständen bestimmt, von denen die Förderungsverhältnisse nur einen sehr kleinen Theil ausmachen.

Der Raum des Förderschachtes bleibt entweder ganz offen, oder er wird durch Einstriche in zwei gleiche Hälften getheilt, von denen in jedem derselben ein Seiltrumm der Förderung läuft. Diese Einstriche sind für die Haspelförderung keinesweges vortheilhaft, werden aber der Haltbarkeit des Schachtes wegen nothwendig. Der Nachtheil besteht darin, daß der Rundbaum des Haspels ebenfalls in

zwei gleiche Hälften getheilt, und auf jede derselben ein besonderes Seiltrumm gelegt werden muß, daß man daher fast doppelt so viel Seil gebraucht, als da, wo man nur eines Seiltrumms bedarf, welches sich gleichzeitig an einer Seite auf- und an der andern abwickelt. Ein zweiter Nachtheil besteht darin, daß sich das Seiltrumm, bei einer solchen Einrichtung, auf dem Rundbaume fast noch einmal so oft überschlägt als da, wo keine Einstriche vorhanden sind. Dagegen hat dieselbe aber auch den Vortheil, daß die Fördergefäße beim Wechsel im Schacht nicht an einander stoßen, was sonst häufig, besonders beim Einhängen des Holzes, geschieht. Wo Einstriche fehlen, muß so viel Seil auf den Rundbaum aufgelegt werden, als zum Wechseln der Fördergefäße hinreicht. Weil die Abtheilung durch Einstriche aber meistens durch die Haltbarkeit der Schachtzimmerung bedingt wird, so sind bei allen größern Förderungen, theils zur Sicherung der Förderung selbst, die Förderschachte durch Einstriche abgetheilt.

Sobald überhaupt ein Schacht so tief ist, daß das Seiltrumm nach und nach über den ganzen Rundbaum des Haspels weg laufen muß, und alsdann noch genöthigt ist, sich zu überschlagen, so ist es zweckmäßig und nothwendig, den Schacht mit Einstrichen zu versehen, weil sonst, wenn sich das Seil überschlagen hat, nicht weiter gefördert werden könnte. Gewöhnlich wird dieser Fall schon bei 12 bis 16 Lachter tiefen Schachten eintreten.

Damit die Fördergefäße an den Jöchern und Einstrichen nicht anstoßen, hängen bleiben oder dieselben beschädigen, werden längs der vier Seiten jedes Förderraums sogenannte hölzerne Kehrlatten an den Jöchern festgenagelt. In gemauerten Schachten ist dieß unnöthig. Diese Vorrichtung in seigern Schachten ist für alle Förderungsarten dieselbe. An manchen Orten laufen auch die Fördergefäße in besonders vorgerichteten Leeren. — Wo die Förderschachte durch Einstriche abgetheilt sind, ist es sehr

zweckmäßig, die einzelnen Förderabtheilungen gerade nur so breit zu machen, daß die Fördergefäße sich nicht drehen können. Bei allen größern Förderungsvorrichtungen geschieht dieß jedesmal.

Auf der Sohle des Schachtes bedarf es, wenn da angeschlagen wird, keiner besondern Vorrichtung; geschieht dieß aber aus einer obern Schachtteufe, wie es bei Erzbauen häufig der Fall ist, so wird der Schacht an der Stelle zugebühnt, d. h. mit einem festen Boden von Holz und Brettern versehen. Die Bequemlichkeit der Arbeiter ist stets zu berücksichtigen. Auch auf der Hängebank des Schachtes bedarf es keiner besondern Vorrichtungen, sondern es muß nur das Auslaufen der Erze, Kohlen und Berge, und das Aufstellen und Aufstürzen derselben auf der Halde, durch Benutzung der Localität möglichst bequem gemacht werden.

Dimensionen des Haspels. Bei der Wahl der Dimensionen eines Haspels findet nicht die Willkühr, wie bei den übrigen Fördergeräthen statt, indem die meisten dieser Größen in sehr engen Grenzen enthalten sind. Die Länge des Rundbaums, a Fig. 11. Taf. VII., wird durch die Länge des Schachtes bestimmt; die Höhe des Mittelpunktes c des Rundbaums von der Hängebank b des Schachtes, oder derjenigen Sohle, auf welcher der Haspelzieher steht, ist ebenfalls eine bestimmte, innerhalb enger Grenzen liegende Größe, welche sich nach der Statur des Haspelziehers richtet. Auch der Arm d des Haspelhorns (die Entfernung des Griffs e (Spille) vom Mittelpunkt c des Rundbaums) hat eine gewisse Länge. Größer als die Entfernung des Mittelpunkts des Rundbaums von der Sohle kann sie an sich nicht sein; aber sie liegt in noch engern Grenzen, welche durch die Länge des menschlichen Arms, so wie überhaupt durch die Größe des Ziehers bestimmt wird. Der Durchmesser des Rundbaums, dessen Verhältniß zum Haspelhorn vorzüglich den mechanischen

Effect des Haspels bestimmt, richtet sich gewissermaßen nach der Länge des Haspelarms, außerdem wird er aber noch durch die zu fördernde Last und durch die Zahl der angestellten Zieher bestimmt. Die Anzahl der Belegung richtet sich mehrentheils nach dem stärkeren oder schwächeren Gange der Förderung, und nach Umständen wird entweder ein Zieher zugelegt oder abgenommen. Zweimännische Haspel, wie Fig. 11., kommen auf weniger tiefen Schachten am häufigsten vor; sie haben in der Regel aber so lange Spillen, daß auch drei Mann angelegt werden können.

Construction des Haspels. Jeder Haspel besteht aus einem feststehenden unbeweglichen Theil, dem sogenannten Haspelgerüste, und aus dem gehenden Zeuge, dem Rundbaum und den damit zusammenhängenden Theilen. Entweder sind die Haspelstützen lang, und die Zapfenlager durch einen schräg geführten Einschnitt eingelassen, oder sie sind, und das ist gewöhnlich der Fall, kurz, wie f Fig. 11. Gewöhnlich sind sie in ein ordentliches Haspelgevierte b g eingelassen und, nach Erforderniß der Festigkeit, mit Hülfsstreben und Spreitzen versehen. Die Haspelstützen stehen mit ihren Grundsohlen hart neben den Stößen des Förderschachtes, so daß die eine Grundsohle auf dem Schachtjoche, die andere auf dem den Förder- und Fahrschacht scheidenden Einstriche ruht. Den Stützen wird durch Streben, die ebenfalls in die Grundsohle eingelassen sind, am besten aber durch ihre Verbindung, mehr Festigkeit gegeben. Der Einschnitt in den Haspelstützen, welcher die Zapfen des Rundbaums aufnimmt, wird mit einem eisernen, verstahlten Zapfenlager versehen, auf dessen Anfertigung viel Sorgfalt verwendet werden muß.

Der Rundbaum des Haspels muß kreisrund und völlig cylindrisch sein. Gewöhnlich ist er massiv, aus einem einzigen Stück Holz gearbeitet. Rundbäume von größerm Durchmesser werden auf eine etwas andere Art angefertigt. Auf einer vierkantigen, hinreichend festen, hölzernen Achse,

werden an beiden Enden und in der Mitte hölzerne Scheiben aufgesteckt und befestigt, und auf diese Scheiben ringsum hölzerne Latten genagelt, so daß das Innere des Rundbaums hohl ist, welches den Vortheil hat, daß das Seil besser trocknet, und daß am Gewicht erspart wird. Ist der Förderschacht in zwei Trümmer getheilt, so erhält der Rundbaum in der Mitte wohl einen Kranz, um für jedes Seiltrumm eine besondere Abtheilung zu bilden. Die Zapfen c des Rundbaums bestehen aus verstahltem Eisen. Sie haben gewöhnlich einen Angriff, an welchem das Haspelhorn angesteckt und befestigt wird, wenn Zapfen und Horn nicht aus einem Stücke bestehen, wie es auch hin und wieder der Fall ist.

Sind an einem Haspel nur zwei Spillen, so muß ihre Stellung wie die in der Fig. 11. sein; sie müssen in dem Kreise, welchen der äußerste Punkt des Arms durchläuft, 180° von einander entfernt sein. Haspel, die mehr als zweimännisch belegt sind, haben gewöhnlich auch nur zwei Spillen, selten vier, die dann um 90° von einander ab stehen. —

Bei donnlägigen Schachten werden die Seitenstöße mit Kehrlatten versehen, um das Setzen der Gefäße zu verhindern. Die Donnlage wird mit einer Wagenleitung versehen, wenn mit Wagen, oder mit Donnungslatten, wenn mit runden und parallelepipedischen, oder mit Donnungsbrettern, wenn mit segmentförmigen Gefäßen gefördert wird. Bei einer nicht sehr starken Donnlage braucht auf die Construction der Fördergefäße nicht Rücksicht genommen zu werden; nur versieht man sie zum Theil mit Kuffen, auch wohl mit Frictionswalzen. Ist die Donnlage stärker, so finden ganz dieselben Vorrichtungen statt, wie bei der Bremsschachtförderung. Auf den stark geneigten, fast seigeren, donnlägigen Schachten, kann man sich nicht mehr der Wagen bedienen, indem aus solchen Schachten nur Fördergefäße gezogen werden können.

Bei den stark geneigten Donnlagen, wo das Seil nur selten anschleift, sind keine besondern Vorichtungen zur Vermeidung des Schleifens erforderlich. Dieß findet immer statt, wenn mit bloßen Fördergefäßen gefördert wird. Bei schwächern Donnlagen aber, wo man sich zur Förderung der Wagen, oder, wie es beim Steinkohlenbergbau wohl noch hin und wieder der Fall ist, der Schlitten und Schlepptröge bedient, muß das Anschleifen des Seils an der Donnlage möglichst vermieden werden. Dieß sucht man durch kleine auf der Donnlage angebrachte Rollen, über welche das Seil hinläuft, zu bewerkstelligen, indeß leidet solches ungeachtet dieser Vorsicht, in solchen Schachten doch sehr. Dieß ist besonders auch dann der Fall, wenn die Donnlage ungleich ist, welches jedoch aus diesem Grunde und überhaupt zu vermeiden ist.

Das Verfahren bei der donnlägigen Schachtförderung ist wie bei der seigeren. Bei der erstern tritt nur häufiger der Fall ein, daß aus verschiedenen Teufen gefördert werden muß. Soll aus einem Schacht gleichzeitig aus verschiedenen Teufen, a und b, gefördert werden, so ist es eigentlich dasselbe, als wenn immer aus b oder aus der größten Teufe gefördert werden müßte, nur mit dem Unterschiede, daß für die obere Teufe a, auf die Länge von b bis a, an dem Schachtseil keine Last hängt, in diesem Zwischenraum also die Förderung sehr rasch geht. Das Schachtseil muß nämlich diejenige Länge haben, daß es von der Hängebank bis zur größten Teufe hinab reicht. Für die obere Teufe ist zwar die Länge von a bis b überflüssig, allein es würde zu umständlich sein, das Seil jedesmal um diese Länge zu verkürzen, und man zieht es daher vor, bei jeder einzelnen Förderung das Seil von b bis a auflaufen zu lassen. Dieser Theil des Seils wird das Hängseil genannt. Bei der Haspelförderung ist das Hängseil von wenig nachtheiligem Einfluß, weil es durch rasches Umdrehen des Haspels leicht aufgewickelt wird. Bei Gö-

pelförderungen hält es aber die Förderung sehr auf, weil der Göpel immer mit ziemlich gleichmäßiger Bewegung arbeitet.

Nutzeffect der Haspelförderung. Aus Beobachtungen, welche in der Grafschaft Mark angestellt wurden, hat sich ergeben, daß bei Haspeln, deren Rundbaum 4,8 Zoll, und deren Horn 18,06 Zoll im Halbmesser betrug, aus einem 14,9 Lachter tiefen seigern Schachte, 2,7 Mann in der Schicht 104 Gefäße zu $1\frac{1}{2}$ Scheffel Kohlen zu Tage förderten. — In Oberschlesien bringen 2 Zieher, aus 18 bis 20 Lachter Schachtteufe, in der Schicht 90 Scheffel Kohlen zu Tage. Herr Bergmeister Böbert zu Neudorf im Harz *) giebt an, daß in einer Stunde durch 2 Mann aus 10 Lachter Teufe 58 Tonnen (à 2360 Kubikzoll) Wasser, und aus 50 Lachter Teufe 24 Tonnen gezogen werden können. Im sächsischen Erzgebirge beträgt das gewöhnliche Förderungsquantum eines zweimännischen Haspels in der (8stündigen) Schicht 120 Kübel aus 20 Lachter Teufe.

Schwungradhaspel. Bei dem mit einem Schwungrade versehenen Haspel befindet sich dieses gewöhnlich unmittelbar an dem Rundbaum, an seinem Ende außerhalb der Haspelstützen, an der Verlängerung des Zapfens. Die Spille ist an dieser Seite an einer der Speichen des Schwungrades angebracht, an der andern Seite des Haspels befindet sich ein gewöhnliches Horn. Versuche und Beobachtungen bei diesem Haspel haben aber ergeben, daß die Zieher weniger leisteten als bei einem gewöhnlich construirten Haspel. Es wird dadurch die Friction vermehrt: es gehört mithin mehr Kraftaufwand dazu, den Haspel in Gang zu setzen, weshalb denn die Vortheile eines Schwungrades

*) Erfahrungen über den Hornhaspel. Karsten's Archiv Bd. XII. S. 366. H.

rades nicht so bedeutend sein können, um nicht von den Nachtheilen wieder aufgewogen zu werden.

Eine ähnliche Maschine, die sogenannte Erdwinde, wendet man in Steinbrüchen zur Hebung großer Lasten aus geringen Teufen an. Das Rad ist innerhalb der Stützen befindlich, und hat an seiner Peripherie hölzerne Stäbe, durch welche es herumgedrehet wird.

Der Vorlegehaspel hat ein Stirnrad an seinem Rundbaum, in welches ein mit dem Haspelhorn versehenes Getriebe greift, so daß der Effect vermehrt, zugleich aber die Geschwindigkeit vermindert wird. Zwei Verhältnisse können nur die Anwendung eines Getriebehaspels bedingen: es wird nämlich entweder aus einer sehr ansehnlichen Schachtteufe gefördert, und es kommt darauf an, das öftere Ueberschlagen des Seils durch einen möglichst großen Rundbaum zu vermeiden; oder es muß mit beträchtlich großen Fördergefäßen gefördert werden, ohne daß die Anzahl derselben so bedeutend wäre, daß die Anlage eines Göpels lohnte.

Unter allen Schachtförderungsmethoden ist die Haspelförderung die einfachste, die in der Vorrichtung am wenigsten kostbare, und durch Verminderung oder Vermehrung der Belegung am zweckmäßigsten zu regulirende. Diese wesentlichen Vortheile empfehlen solche überall, wo der Grubenbau noch keine bedeutende Tiefe erlangt hat. Ist dieß aber der Fall, und sollen sehr bedeutende Quantitäten in kurzer Zeit zu Tage gebracht werden, so ist die Haspelförderung nicht mehr zureichend.

II. Schachtförderung mittelst des Pferdegöpels.

Die Vorrichtung der Schachte zur Göpelförderung bedarf hier keiner weitern Erwähnung, da sie im Allgemeinen nichts Abweichendes von der zur Haspelförderung hat.

Construction des Pferdegöpels. Die stehende

Welle (Spindelbaum, Ständerbaum), Fig. 1. Taf. VI., ist das erste Hauptstück am Göpel. Derselbe ist unten konisch, übrigens aber gewöhnlich vierkantig behauen. Der Ruhepunkt der Welle ist über der Rennbahn erhaben, welches theils zur Reinerhaltung der untern Pfanne, theils auch zur Abkürzung der Welle sehr zweckmäßig ist.

Der Seilkorb ist entweder cylindrisch, oder er besteht, wie in Fig. 1., aus zwei abgekürzten Kegeln, die mit den Basen zusammenstoßen. Die einfachen Kränze bestehen aus 9 bis 13 Zoll breiten und 2 bis 3 Zoll starken Krümmlingen, welche zusammengeblattet und durch Schrauben zusammengezogen werden. Doppelte Kränze bestehen aus 8 bis 9 Zoll breiten und 1 bis 2 Zoll starken Krümmlingen, welche so über einander gelegt werden, daß die Fugen von je zwei derselben immer auf das Ganze eines darunter oder darüber liegenden Krümmlings passen. Für einen Korb, wie der in Fig. 1., sind drei Kränze erforderlich, für kleine cylindrische sind zwei hinreichend. Jeder Kranz ruht auf vier um die stehende Welle gelegten und durch Zulagen befestigten Kreuzbäumen, Fig. 2. Jedes Kreuzholz wird durch zwei Streben getragen, welche von den Enden der Kreuzbäume nach der stehenden Welle reichen, und hier in einem Absatze festgestellt sind. Die Schlaghölzer, auf welche sich das Seil aufschlägt, werden in die Kränze eingezapft. Bei cylindrischen Körben, die weit gewöhnlicher als die konischen sind, ist das obere Seiltrumm von dem untern durch eine Scheidung getrennt.

Die Zugbäume (Kreuz- oder Schwenkbäume) werden entweder auf die Weise an der Welle befestigt, wie Fig. 1. zeigt, oder man sucht — und dieß ist besonders bei einspännigen Göpeln der Fall — einen krummgewachsenen Baum zu erhalten, dessen Zapfen man durch die gelochte Welle steckt, um ihn durch Vorstecklinge haltbar zu machen. Die Krümmung muß so beschaffen sein, daß das Pferd auf der einen Seite sich umdrehen und unter der-

selben durchgehen kann. Das Sinken des Baums wird durch eine von der stehenden Welle niedergehende Strebe verhindert. Wenn man kein angemessen gekrümmtes Holzstück zum Zugbaume bekommen kann, so werden zwei Bäume durch ein Schloß so mit einander verbunden, daß sie die erforderliche Krümmung bilden.

Bei einspännigen Göpeln muß das Pferd in einer Scheere oder Gabel eingespannt werden. Wenn nämlich das gehobene Gefäß abgeschlagen werden soll, so muß der Göpel und das Pferd eine kleine rückgängige Bewegung machen. Wenn nun das Pferd nur an Stricken oder Ketten befestigt wäre, so würde es den Göpel nicht halten können, und daher leicht umgerissen werden. Bei mehrspännigen Göpeln ist die Gabel zu entbehren; denn hier läßt man, um jene Bewegung vorzunehmen, ein Pferd umdrehen, welches den Göpel halten und die übrigen Pferde gegen das Umreißen sichern kann. Auch ist an den größern Göpeln stets eine Bremse vorhanden.

Der untere Wellzapfen oder die Spindel, auf welchem die stehende Welle ruhet und sich drehet, besteht entweder aus Guß- oder Schmiedeeisen. Der untere Theil ist konisch oder abgerundet, bei den schmiedeeisernen Spindeln verstahlt, und ruhet in der stählernen oder gußeisernen Pfanne, mit einer konischen oder halbkugelförmigen Vertiefung. Die Pfanne wird gewöhnlich mit einer größern Eisenplatte verbunden, die auf dem festen Pfannenlager aufgeschraubt ist.

Der obere Wellzapfen ist im Allgemeinen dem untern gleich, nur pflegt er etwas schwächer zu sein. Er muß, da er viel Seitendruck auszuhalten hat, besonders gut und dauerhaft befestigt sein. Auch die sichere Befestigung des obern Pfannenlagers ist eine sehr wichtige Sache, und daher die Construction des Gerüstes, in welchem sie liegt, einer der wesentlichsten Theile des Göpels, weil der

Gang des Korbes sehr ungleichförmig wird, sobald der obere Zapfen hin und her schwankt.

Häufig ist das Göpelgerüst mit dem Seilscheibengerüst, in welchem die Seilscheiben, c c Fig. 1 und 2., hängen, verbunden. Die Seilscheiben sind diejenigen Räder, über welche das Seil in den Schacht oder in den Fördertrumm einläuft, und welche daher mit einem eingefurchten Rande versehen sind. Sie hängen unmittelbar über dem Schacht, und zwar so, daß das Seil in dem Mittelpunkt des Trumms hinuntergeht. Sie bestehen gewöhnlich aus Holz, seltner aus Gußeisen, und haben stets eiserne Zapfen, die sich in gleichen, in dem Gerüst eingelassenen Pfannen bewegen.

Um den Gang des Göpels plötzlich zu hemmen, dient die Bremse. Zu jeder Seite des mittlern, hervorstehenden Kranzes des Korbes sind zwei lange Bäume, die Bremsdocken oder Bremsbäume, e d, angebracht, und jeder derselben ist mit einem concaven Stück Holz, dem Bremsschuh, versehen, welches genau auf die convexe Oberfläche des Korbkranzes paßt. Soll nun gebremset werden, so werden die Docken mittelst zweier eisernen Stangen f, die mit der stehenden Welle g verbunden sind, gegen den Kranz des Korbes gedrückt. Die Welle selbst wird durch das Gestänge h i gedreht, und so ist ein Arbeiter mittelst des Hebels k, welcher das vertikale Gestänge i bewegt, im Stande, die Bremse so anzudrücken, daß die Pferde den Göpel nicht weiter zu bewegen im Stande sind.

Um den Göpel gegen den Einfluß der Witterung zu schützen, umgiebt man denselben und das Seilscheibengerüst mit einem Gebäude *).

---

*) Eine sehr ausführliche und gute Beschreibung von einem Pferdegöpel giebt Erler's Beschreibung des Pferdegöpels auf der Grube Morgenstern bei Freiberg. Neue Auflage von v. Busse. Freiberg, 1811. H.

Nutzeffect der Pferdegöpel. In der Grafschaft Mark wurden mit einem einspännigen Göpel in der Schicht aus 30 Lachter Teufe 82 Gefäße, zu 4 Scheffel Kohlen, zu Tage gefördert. Im Erzgebirge nimmt man an, daß die Göpelförderung die mit dem Haspel, in Hinsicht auf Teufe und Förderquantum, dreifach übertreffe. Auf der Königsgrube in Oberschlesien wurden mit einem Pferde aus 17 Lachter Teufe 480 Scheffel Kohlen in der Schicht gefördert.

Die Pferdegöpelförderung ist vorzüglich bei mittlern Schachtteufen vortheilhaft.

III. Schachtförderung mittelst des Wassergöpels oder der Treibkunst *).

Bei größern Schachtteufen und überall da, wo Wasserkräfte vorhanden sind, die bei größern metallischen Bergwerken nie fehlen dürfen, wendet man die Wassergöpelförderung als die vortheilhafteste an, da die Dampfmaschinenförderung nur bei Steinkohlenbergwerken, oder da, wo die Steinkohlen sehr billig sind, mit Vortheil Anwendung findet.

Der Haupttheil bei dem Wassergöpel ist das Kehrrad, Fig. 12. 13 und 14. Taf. VII., dessen Bau von dem Bau eines andern oberschlächtigen Kunstrades in nichts anderm unterschieden ist, als daß es drei Kränze und zwei Reihen Schaufeln hat, wovon eine rechts und die andere links geschaufelt ist, und dadurch ein doppeltes Rad vorstellt, welches durch das Aufschlagewasser auf beiden Seiten umgedrehet werden kann. Die Höhe der Kehrräder beträgt 26 bis 36 Fuß. Sie haben auf jeder Seite 4 Hauptkreuze, x Fig. 14., 8 Hülfskreuze, y, und wenn sie selbst an dem mittlern Kranze gebremset werden, noch 8 Hülfsspreitzen, womit der Radkranz inwendig in der Mitte mit Unterlagen gegen die Welle gespreitzt wird, damit derselbe durch

*) Auch Bremskunst genannt. H.

die Bremsdocken nicht zusammengedrückt werden könne. Der über den Kehrrädern befindliche Wasserkasten hat für jede Schaufelung eine mit einem Schütz versehene Oeffnung. Am zweckmäßigsten sind auch hier die sogenannten Spannschütze, deren Beschreibung jedoch hier zu weit führen würde *).

Der zweite Haupttheil eines Wassergöpels ist der Korb, D Fig. 12. 13 und 14., dessen Länge und Durchmesser sich nach der Teufe der Schachte, und folglich nach der Länge des sich darauf zu wickelnden Seiles, richten müssen. Die beiden Trümmer sind durch Scheiben, die aus Kränzen und Armen bestehen, getrennt. Bei Bandseilen wendet man große Trommeln an, auf welche sich das Seil aufwickelt.

Uebrigens zeigen nun die Wassergöpel eine, durch die Localität bedingte, bedeutende Verschiedenheit in ihrer Construction. Die einfachste Art ist die, wenn Kehrrad und Korb an einer Welle sitzen, wie dieß in Fig. 14. der Fall ist. Das Bremsen geschieht entweder an einem besondern Rade, F, oder an dem mittlern Kranze des Kehrrades, wie dieß an Fig. 13. der Fall sein muß, da hier kein besonderes Bremsrad vorhanden ist. Entweder liegen nun Hängebank des Schachtes und Korb nebst Kehrrad in einem Niveau, oder letztere einige Lachter tiefer, in welchem Falle das Seil über Rollen auf die Seilscheiben, E Fig. 14., geleitet wird.

Liegt das Niveau der Aufschlagewasser unter der Hängebank des Schachtes, jedoch mehrere Lachter tiefer, etwa 6 bis 10 Lachter, so wird der Korb D senkrecht über das in einer ausgezimmerten oder ausgemauerten Radstube hängende Kehrrad A gestellt. Auf jeder Seite, sowohl der Kehrrad- als der Korbwelle, ist ein doppelter oder zweimal gekröpfter Krummzapfen vorhanden, an welche

---

*) Die lithographirte Ansicht einer Spannschütze ist bei der Bergakademie in Freiberg käuflich zu erhalten. H.

auf jeder Seite zwei Korbstangen oder Bleuel B hängen, durch die das Rad seine Bewegung dem Korbe mittheilt. Kehrrad und Korb sind nicht weit von dem Schachte entfernt, und das Seil wird über Rollen, auf der sogenannten Seiltrift, zu den über dem Schachte hängenden Seilscheiben geleitet. Auf diese Weise findet man mehrere der neuern Treibkünste auf dem Oberharze construirt. Fig. 13. stellt eine solche im Aufrisse dar.

Sind die Aufschlagewasser aber in weiterer Entfernung von dem Treibschachte vorhanden, so muß die Bewegung des Rades dem Korbe durch ein Feldgestänge mitgetheilt werden. Eine solche Maschine ist in Fig. 12. im Auf- und im Grundrisse dargestellt; sie ist auf einer Grube zu Zellerfeld im Gange. Aus ihrer Beschreibung wird zugleich das Spiel einer jeden solchen Maschine deutlich. Durch die Schußgerinne, a und b Fig. 12., erhält das Kehrrad A sein Aufschlagwasser. Wir wollen annehmen, daß der bei b befindliche Schütz geöffnet sei, und daß das Rad von der linken zur rechten Seite umgehe; es werden dann der Bleuel 2, und die dazu gehörigen Schwingen 4 und 6 nach A zu gezogen, der Bleuel 3 aber schiebt den Balancier oder die liegende Schwinge C, weshalb sich die Schwingen 5 und 7 und der Bleuel 9 auch nach A zu bewegen. Mittelst einer zweiten liegenden Schwinge wird der Bleuel 8 gegen den Korb D 10 geschoben, und dieser folglich, wie das Kehrrad, von der linken zur rechten Seite bewegt. Die an das Seil 12 gehängte Tonne geht daher leer in den Schacht F hinab, und die an dem Seile 13 befindliche kommt gefüllt aus dem Schachte in die Höhe. — Geht das Rad in der umgekehrten Richtung herum, so findet das Umgekehrte statt. Die Seile gehen über die Scheiben E.

An der Kehrradwelle ist ein besonderes Bremsrad 1 befindlich, dessen und der Bremse Einrichtung der an dem Korbe D 10 befindlichen und mit den Buchstaben c, d, e, f, g

bezeichneten analog ist; g ist der Schwengel, mittelst dessen die Bremse bewegt wird, deren Spiel übrigens aus der Figur ersichtlich ist. Das Bremsrad sitzt hier in der Mitte des Korbes. Die Bremsdocken D c sind unten in Sohlhölzern, den sogenannten Bremsschwellen, beweglich. Eine besondere Bremsung des Korbes ist deshalb nöthig, weil er über 150 Lachter von dem Kehrrade entfernt ist. Der Schützer am Kehrrade wird von den Stürzern an der Hängebank durch ein Gestänge mit einem Hammer benachrichtigt, ob die Maschine stehen oder gehen soll.

Ueber den Nutzeffect der Wassergöpel läßt sich im Allgemeinen nichts sagen; er ist jedoch wenigstens dreimal stärker als der Nutzeffect der Pferdegöpel.

Die Wassersäulenmaschine, die man beim Bergbau häufig zur Wasserhebung anwendet, wird in einem Schacht der Bleibergwerke von Vedrin in Frankreich auch als Fördermaschine gebraucht; da es aber zu weit führen würde, die Maschine hier zu beschreiben, dieß auch ohne Zeichnung kaum möglich sein dürfte, so wird auf des Ingenieurs Bouesnel Beschreibung verwiesen *).

IV. Schachtförderung mittelst der Dampfmaschine oder des Dampfgöpels.

Da, wo aus einem Förderschacht ein hinreichendes Quantum Steinkohlen auf eine Reihe von Jahren gefördert werden kann, ohne dadurch die Streckenförderungskosten zu sehr zu erhöhen, oder bei sehr bedeutender Schachtteufe, — ferner bei metallischem Bergbau, wo Wasserkräfte nur mit vielen Kosten, Steinkohlen oder irgend ein anderes Feuerungsmaterial aber wohlfeil herbeizuschaffen ist, wendet man mit Vortheil die Dampfmaschinenförderung an. Auf Steinkohlenbergwerken gebraucht man gewöhn-

---

*) Annales des Mines, Tom. IV. p. 59. H.

lich die, oft ganz werthlosen, kleinen Kohlen, als Feuerungsmaterial.

Um die Streckenförderungskosten nicht zu sehr zu erhöhen, muß bei Steinkohlengruben der Förderdampfmaschinen-Schacht so viel als möglich in den Mittelpunkt des ganzen abzubauenden Feldes gesetzt, und die Baue müssen alsdann so vorgerichtet werden, daß sie sich nach und nach und gleichförmig um den Schacht ausbreiten.

Die Beschreibung der Förderungsdampfmaschinen selbst würde die Grenzen dieses Werks weit überschreiten, und es muß daher auf die unten aufgeführten Werke verwiesen werden *). Sie sind, wie alle Dampfmaschinen, nach sehr verschiedenartigen Principien construirt, und weichen von den gewöhnlichen, zur Wasserhebung und zur Bewegung von Maschinen angewendeten darin ab, daß sie eine

---

*) Abhandlungen der Königl. technischen Deputation für Gewerbe. 1. Theil. Berlin, 1827. Die diesen Theil fast ganz ausfüllende, sehr vollständige Abhandlung über die Dampfmaschinen hat den Geh. Ober-Baurath Severin zu Berlin zum Verfasser. Der Veränderung der Richtung in der Bewegung einer Dampfmaschine ist S. 314 ꝛc. ein eigener Abschnitt gewidmet. Für das genauere Studium der Dampfmaschine ist dieß kostbare Werk, besonders der trefflichen und speciell ausgeführten Kupfer wegen, das beste.

Tredgold, the Steam Engine etc. London, 1827. Französische Uebersetzung von Mellet. Paris, 1828.

Birkbeck, H. et J. Adcock, comprehensive and systematic display on the Steam Engine. London, 1827 etc.

Christian, Mécanique industrielle. Vol. 2. Paris, 1823.

Villefosse, Mineralreichthum, übers. von Hartmann. Förderdampfmaschinen, Bd. 3. S. 79 ꝛc.

Dingler's polytechnisches Journal, Band 34. Seite 405 ꝛc. Band 35. Seite 1 ꝛc.

Mehr populär sind folgende Schriften:

Bernoulli, Anfangsgründe der Dampfmaschinenlehre. Basel, 1824.

Lardner, popular Lectures on Steam Engine. 2. Edit. London, 1828. H.

Vorrichtung haben, um eine entgegengesetzte Bewegung hervorzubringen. Auch diese ist bei verschiedenen Maschinen sehr verschieden, so daß eine Beschreibung derselben, ohne speciell ausgeführte Zeichnungen, gar nicht möglich ist.

Bei einer Schachtteufe von 20 bis 30 Lachtern kann eine Dampfmaschine mit 16zölligem Cylinder und von $8\frac{1}{2}$ Pferdekräften, die sich ihre Condensationswasser aus der Grube selbst hebt, wie auf der Königsgrube in Oberschlesien, in einer Schicht recht gut 1500 Scheffel Steinkohlen fördern. Um ein solches bedeutendes Förderquantum täglich unter den Schacht zu bringen, ist große Sorgfalt und viele Ueberlegung nothwendig, damit von allen Seiten die Förderung unter den Schacht gelangen könne, und nicht durch eine einzige Strecke, in welcher sich die hin- und zurückgehenden Förderwagen hindern würden, geschafft zu werden braucht. Es müssen daher auf immer in der Nähe eines solchen Hauptförderschachtes Kohlenfelder als Reserven stehen bleiben, nicht allein, damit dieselben im Nothfall unterstützen können, sondern damit eine gewisse mittlere Streckenlänge beibehalten werde, welches um so nothwendiger ist, als sich die Baue um einen solchen Schacht von Jahr zu Jahr weiter ausdehnen, und es wegen der großen zu schaffenden Förderung nothwendig ist, daß auch kurze Förderlängen statt finden. — Je bedeutender die Schachtteufe ist, desto größer wird auch der Vortheil, den eine Förderdampfmaschine im Vergleich mit der Pferdegöpelförderung gewährt.

In England hat man viele Versuche gemacht, um die Schachtförderung durch eine Kette ohne Ende, oder durch ein sogenanntes Paternosterwerk, zu betreiben, und bei geringen Schachtteufen findet man solche Maschinen auch hin und wieder im Gange, besonders als Gichtzüge bei Hohöfen und bei Schienenwegen, um die Förderwagen zu einem höhern Nieveau zu heben. Zu dem Ende bewegen sich zwei Ketten ohne Ende, oben über dem Schacht

über zwei Räder, die mit hervorstehenden Zähnen versehen sind, in welche die Kettenglieder greifen, und unten im Gesenk über Rollen. Die Fördergefäße werden zwischen die Ketten, in bestimmte Glieder, eingehängt, und die obern Räder durch eine Dampfmaschine oder durch Wasserkraft bewegt. Der Nutzeffect einer solchen Maschine ist ziemlich bedeutend, da dieselbe nicht anzuhalten braucht, sondern immer nach einer Richtung zu fortgeht *).

Es bleibt uns nun noch übrig, von der Schachtförderung mittelst eines Gegengewichts zu reden, die jedoch nicht überall angewendet werden kann. Man sieht diese Methode auf der dem Lord Fitz-William gehörigen Steinkohlengrube New Kaskgade in England. Die Vorrichtung besteht aus zwei Kasten, die an den beiden Enden eines Seiles hängen, welches über zwei Rollen weggeht. Der oben befindliche Kasten wird mit Wasser, der unten befindliche mit Steinkohlen angefüllt; jener geht hinab, dieser herauf. Das Wassergefäß wird auf der Sohle des Schachtes, das Fördergefäß oben an der Hängebank ausgeleert, jenes wiederum mit Kohlen, dieses mit Wasser gefüllt u. s. w. Auch das Ein- uud Ausfahren der Arbeiter geschieht auf diese Weise. Der Schacht ist in zwei Trümmer getheilt.

---

*) Beschreibungen und Abbildung dieser Maschine findet man in Dr. Brewster's trefflicher Edinburgh Encyclopaedia, Art. Mine, Vol. XIV. p. 359., und Art. Railway, Vol. XVII. p. 309. und Taf. 394 und 477. Auf der Königl. Hanöverschen Rothehütte am Harze wird eine solche Maschine zur Förderung der Beschickung aus dem Pochhause nach der Gicht, ungefähr 40 Fuß hoch, angewendet, und durch das Gebläserad, unten, bewegt. Die Fördergefäße von Blech sitzen an der Kette fest, und stürzen sich von selbst aus. H.

Dritter Abschnitt.
Von der Tageförderung.

Zu der Förderung der Erze oder Steinkohlen über Tage werden zuvörderst alle gewöhnlichen Transportmittel, Karren und Wagen, durch Menschen und Thiere bewegt, Saumthiere, Boote ꝛc., ferner alle die bei der Streckenförderung angegebenen Methoden angewendet. Schienenwege gewähren auch hierbei die größten Vortheile, und man findet daher in England, in Schlesien, in den Reinprovinzen, in Frankreich, so wie überhaupt da, wo ein großer Bergbau und Hüttenbetrieb statt findet, viel Schienenwege nach allen Richtungen zu. Ueber die Schienenwege und die darauf angewendeten Wagen wurde schon im ersten Abschnitte dieses Hauptstücks geredet; wir betrachten hier nun noch einige Beispiele einer zweckmäßigen Tageförderung.

Von der Grube Dorothea, bei Clausthal, führt nach der Dorotheer Erzwäsche ein 300 Lachter langer, eiserner Schienenweg unter 3° Fallen. Der mit Erz gefüllte englische Wagen bewegt sich durch sein eigenes Gewicht, der nicht unbedeutenden Wendungen des Weges ungeachtet, sehr schnell herab. Nur ein Mann hält sich auf einer Bühne hinten am Wagen auf, um denselben mittelst einer Bremse aufzuhalten, wenn er ausstürzen soll.

Auch von der Grube Neuer St. Joachim bei Zellerfeld fördert ein solcher Wagen die Erze auf dem Neunzehn-Lachter-Stollen zum Mundloch hinaus, bis zu den oberhalb Wildemann liegenden Pochwerken. Hier beträgt die Förderlänge 750 Lachter, das Steigen auf ein Lachter ungefähr 1,3 Zoll. Der Wagen hält 11 Ctr., und macht den Weg in 8 Minuten hinab, in der 8stündigen Schicht aber 16 mal.

Die Vorrichtungen zum Ausstürzen sind auf beiden Punkten folgende: Ein Theil des hochgeführten Gestänges hakt sich aus, und hängt in Zapfen; der Wagen krampt

sich an demselben fest, und stürzt, indem man seine Thür an der vordern Seite öffnet, und das Gestänge sich durch leicht erhaltenes Uebergewicht senkt, schnell und sicher aus *).

Auf der Königsgrube in Oberschlesien werden die zweitönnigen Förderkasten (s. Fig. 9. Taf. VII.) von der Hängebank des Schachtes auf Wagengestängen mit convexen eisernen Schienen, mittelst Ausstürzwagen, in welche die Gefäße mit ihren Zapfen gehängt werden, weggefördert. Die Wagengestänge liegen auf Böcken.

Die zur Hütte gehenden 12tonnigen Förderwagen werden von dem erhöheten Wagengestänge herab voll Stückkohlen gestürzt, und durch ein Pferd, auf einem 460 Lachter langen Wege mit flachen eisernen Schienen, nach den Koaksplätzen bei der Hütte gefahren. In einer 8stündigen Schicht werden auf diese Weise 15 bis 16 beladene Wagen gefördert.

Wir wenden uns nun zu der Betrachtung einer sehr großartigen Tageförderung auf einem Schienenwege von gewalztem Eisen, bei Darlington in der Grafschaft Durham **). Dieser, in den Jahren 1822 bis 1825 erbauete, $6\frac{1}{2}$ deutsche Meilen lange Schienenweg war bisher unstreitig der beste in Großbritannien; er wird indessen von dem neuen, jetzt in der Anlage begriffenen Schienenwege von Liverpool nach Manchester, übertroffen werden.

Der Hauptzweck desselben ist, die Kohlen von den Steinkohlengruben bei Auckland zu den Einlade- und Verschiffungsplätzen des Teesflusses bei Stockton zu schaffen. Außerdem aber wird auf demselben eine bedeutende Menge von gebranntem Kalk, so wie jede andere Art von Gütern fortgeschafft.

---

*) Eine Abbildung dieser Vorrichtung giebt Fig. 15 und 16. Taf. 7. des Atlasses zu Villefosse's Mineralreichthum. H.

**) v. Deynhausen und v. Dechen, über Schienenwege in England. S. 10 ꝛc. H.

Der Schienenweg besteht aus einer Hauptlinie und aus mehreren Seitenarmen, welche theils zu verschiedenen Kohlengruben, theils zu verschiedenen Ablageplätzen geführt sind. Kohlen sowohl als Kalk sind an den höher liegenden Punkten befindlich, und werden abwärts gefördert.

Die Hauptlinie des Schienenweges hat an seinem obern oder westlichen Ende zwei Bergrücken zn überwinden, welches mittelst geneigter Ebenen geschieht, über welche die Wagen durch feststehende Dampfmaschinen gezogen werden. Die Seile haben $2\frac{1}{3}$ engl. Zoll im Durchmesser, und wickeln sich auf eine cylindrische Trommel. Auf einer Länge von $4\frac{1}{5}$ Meilen hat die Hauptlinie ein sanftes Gefälle. An manchen Stellen mußten kleine Bergrücken durchstochen und Vertiefungen ausgefüllt werden; an einer Stelle wurde in einem Sumpfe ein 40 Fuß hoher Damm aufgeführt.

Die Spurweite der Fahrbahn beträgt 4 Fuß 4 Zoll rheinl. Von Zeit zu Zeit sind Ausweichungen angebracht, und da, wo die Dampfmaschinen stehen, ist der Schienenweg auf 350 Fuß Länge doppelt.

Die Linie der geneigten Ebenen machen mehrere bogenförmige Wendungen. Das Seil, an welchem die Wagen heraufgezogen oder hinabgelassen werden, läuft über Leitungsrollen. Die eine dieser Ebenen ist 2500 und die andere 6500 Fuß lang.

Die Förderung auf den übrigen Theilen des Schienenweges geschieht durch Pferde und durch Dampfwagen.

Ein Pferd zieht in der Regel 4 Wagen, von denen einer 18 bis 20 Ctr. wiegt, und 53 bis 60 Ctr. Kohlen faßt, also gewöhnlich abwärts 280 bis 320 Ctr., aufwärts dagegen 72 bis 80 Ctr. Die Geschwindigkeit, mit Einschluß des Ausweichens, Ladens zc., beträgt 2 Stunden 46 Minuten auf die deutsche Meile.

Ein Dampfwagen, deren auf dem Darlington-Schienenwege fünf im Gange sind, zieht, wenn die Wege naß sind, 16, im Sommer aber 20 Wagen, d. h. ein Total-

gewicht von 1100 bis 1500 Ctr., bei einer im Durchschnitt doppelten Geschwindigkeit von der eines Pferdes *).

Wir müssen hier nun noch der Palmerschen, oder Schienenwege mit einem Strange (eintrümmigen Schienenwege) erwähnen, die bis jetzt nur an einigen Orten Englands zur Tageförderung angewendet worden sind. — Die weiter oben im ersten Abschnitte dieses Hauptstückes beschriebenen Schienenwege kommen alle darin überein, daß sie aus zwei Strängen bestehen, so daß die Wagen, welche darauf gehen, an jeder Achse zwei Räder haben, von denen ein jedes auf einer der Schienen geht. Um die Anlage eines solchen Schienenweges zu erleichtern, die Friction zu vermindern, und dieselbe von den kleinen Unebenheiten des Bodens unabhängig zu machen, hat der Engländer Palmer eine Art von Schienenwegen vorgeschlagen und ausgeführt, die aus einem einzigen Strange bestehen, wo die Wagen an jeder Achse nur ein Rad haben. Die Bahn ist in einer angemessenen Höhe über dem Boden auf Pfosten oder Säulen errichtet, und die Last hängt so tief unter dem Rade, daß das Wagengerüste nicht umkippen kann. Diese Wege haben den Nachtheil, daß ihre Construction, obschon sehr kostbar, nicht solide ist, daß die bewegende Kraft immer nur mit einem schiefen Zuge angebracht werden kann, und daß zu dem Aus- und Beladen der Wagen immer ganz besondere Vorkehrungen getroffen werden

---

*) Die Beschreibung der Dampfwagen würde wiederum hier zu weit führen. Man findet diese nach verschiedenen Principien construirten Maschinen beschrieben und abgebildet in dem Severin'schen Dampfmaschinenwerke, S. 96 ꝛc. und Fig. 120 und 121. Taf. XI.; in dem Tredgoldschen Werke, französ. Ausgabe, S. 592 und Taf. XXIV.; in Villefosse's Mineralreichthum, Bd. III. S. 115. und Taf. 22. Fig. 15 bis 22. Sehr wichtige Bemerkungen über die Dampfwagen findet man auch in der trefflichen Abhandlung der Herren v. Deynhausen und v. Dechen über die Schienenwege in England, S. 31 ꝛc. H.

müssen; daher sind dieselben auch nicht in eine allgemeine Anwendung gekommen (v. Oeynhausen und v. Dechen).

Navigationsförderung auf Flüssen, Kanälen, Seen ꝛc. findet man gar nicht selten als Tageförderung in England, Schweden, und unter andern auch bei Bräunsdorf unweit Freiberg, von der Grube Neue Hoffnung Gottes nach den Pochwerken auf einem Kanale, der sämmtliche Unterwasser der Kunsträder aufnimmt. Er ist 800 Lachter lang, und in der 12stündigen Schicht werden durch 2 Mann 640 Ctr. Erz gefördert.

Zum weitern Studium der für den Bergbau so höchst wichtigen Förderung sind folgende Schriften zu empfehlen:

Bericht vom Bergbau. Fünfter Abschnitt. S. 244 ꝛc.

Delius, Bergbaukunst. 1. Bd. Siebentes Kapitel. S. 455 ꝛc.

Lempe, Lehrbegriff der Maschinenlehre, mit Rücksicht auf den Bergbau. 1. Th. 1. Abth. Leipzig, 1795.

Freiesleben, bergmännische Bemerkungen über den Harz. Bd. I. S. 66. 334. 485. 507.

v. Böhmer, über die Grubenförderung. Freiberg, 1791.

d'Aubuisson, des Mines de Freiberg. Tom. I.

Villefosse, Mineralreichthum. Deutsche Ausgabe. Bd. II. S. 188. 613—663. III. S. 44. 78—122.

Becker, Reise durch Ungarn. Freiberg, 1815. Bd. I. S. 120 ꝛc. Bd. II. a. a. O.

Schultz, Beiträge zur Geognosie und Bergbaukunde. Berlin, 1821. S. 84 ꝛc.

Dessen Grund- und Aufrisse im Gebiete der allgemeinen Bergbaukunde. I. Bd. Berlin, 1823. S. 162 ꝛc.

Edinburgh Encyclopaedia. Vol. XIV. Art. Mine. p. 357.

v. Langsdorff, ausführliches System der Maschinenkunde. I. Bd. 2. Abth. S. 340 ꝛc. Heidelberg, 1826.

Berg- und hüttenmännischer Wegweiser durch Oberschlesien. Berlin, 1828. Bd. I. S. 117 ꝛc.

Heintz-

Heintzmann, Uebersicht der im oberschlesischen Kohlenreviere üblichen Förderungsmethoden. Karsten's Archiv. II. b. S. 28.

Derselbe, Vergleichung der Navigationsförderung auf schiffbaren Stollen, mit Pferdeförderung auf Schienenwegen, mit oder ohne Maschinen-Schacht-Förderung. Daselbst, Bd. IV. S. 146.

v. Oeynhausen, über den Effect der Wagen auf Schienenwegen bei der Grubenförderung. Daselbst, Bd. IV. S. 102.

v. Oeynhausen und v. Dechen, über die Förderungsmethoden auf den Steinkohlengruben im märkischen Bergamts-Bezirk. Daselbst, Bd. VII. S. 86. 396.

Dieselben, über Schienenwege in England. Daselbst, Bd. XIX. S. 1.

Schultz, über die Förderung auf den Freiberger Gruben. Daselbst, Bd. II. b. S. 125. — Auf dem Oberharz. Bd. V. S. 132.

Viertes Hauptstück.

Von der Sicherung der Menschen und der Baue.

Die vier Elemente der alten Philosophen, die Erde, das Wasser, das Feuer und die Luft, sind die Ursachen aller in den Gruben vorfallenden Unglücksfälle und aller Gefahren, denen der Bergmann täglich in den unterirdischen Bauen ausgesetzt ist.

Die Erde übt nach dem leeren Raume hin Druck aus, verstürzt dadurch die Grubenbaue, und zerdrückt die Stützen, welche dieses verhindern sollen.

Das Wasser häuft sich in den Bauen und in dem alten Manne (alten verlassenen Baue) an, und ersäuft, wenn ihm durch irgend einen Zufall ein Weg eröffnet wird, die im Betriebe stehenden Baue.

Das Feuer verwüstet Steinkohlen- und auch andere Gruben, die entweder durch Unvorsichtigkeit oder durch Selbstentzündung — oft durch schlechten und unregelmäßigen Abbau herbeigeführt — in Brand gerathen sind.

Die Luft endlich vermengt sich mit den Gasen, die sich im Schooße der Erde entwickeln, ist dann zum Athmen untauglich, oder entzündet sich mit heftigen Explosionen, die man nur mit denen des Pulvers vergleichen kann.

In diesem, der Sicherung der Menschen und der Baue gewidmeten Hauptstücke sollen nun alle die Mittel mitgetheilt werden, die man anwendet, um die Wirkungen des Drucks der Gebirgsmassen, die Stockung böser Wetter, die Ansammlung des Wassers und die Verbreitung der Grubenbrände zu verhüten.

Erster Abschnitt.

Unterstützung des Gebirges.

Die offenen Pingen- oder Steinbruchsbaue, die Gräben und die Sandgruben bedürfen zu ihrem Halt nur einer gewissen Böschung, welche das Hereinstürzen der Gebirgsmassen verhindert, das um so häufiger, je beweglicher oder rölliger das Gebirge ist, und je mehr es sich dem nähert, was man sehr passend die unvollkommenen Flüssigkeiten *) genannt hat.

Die Erfahrung hat bewiesen, daß eine Böschung von 45° hinreichend sei, um das Herabrollen des Sandes und der Dammerde zu verhindern, daß bei steinigtem Boden eine weit steilere Böschung genommen werden, und daß man daher Felswände ganz senkrecht machen kann. Der Frost oder vielmehr das Thauwetter veranlassen oft ein Herabrollen der Erde oder des Sandes an den Böschungen; jedoch ist dieß nur oberflächlich, während das Wasser, indem es Sand und Erde zu dünnem Schlamme macht, ihre Beweglichkeit vermehrt, und die Röschen und Gräben ausfüllt. Es ist sehr schwer, solchen Schlamm zurückzuhalten, indem er durch die Zimmerung in die Baue dringt.

Muß man den Gräben oder Röschen eine bedeutende

---

*) Allent, Mémoire sur les surfaces d'équilibre des fluides imparfaits, tels que sables, terres etc.; Annales des Mines, I. p. 267.

Tiefe bei geringer Breite geben, so kann man keine Böschung dabei stehen lassen, indem dadurch doppelte oder dreifache Arbeit entstände, und man muß alsdann eine Art verlorner Zimmerung anwenden. Diese besteht aus Brettern, die man an die Wände legt, und die man durch Hölzer aus einander hält, indem man dieselben zwischen die Bretter treibt, wodurch diese dem Drucke des Gebirges leicht das Gleichgewicht halten. Da die Röschen und Gräben dieser Art gewöhnlich nur für eine gewisse Zeit eröffnet werden, so wird bei der verlornen Auszimmerung derselben auch weiter keine Regelmäßigkeit beobachtet.

Es giebt Felsarten, die sich selbst halten, und in denen man Stollen treiben kann, die man weder mit Zimmerung noch Mauerung zu versehen braucht. Jedoch muß man sie wölben, oder selbst mit einem Spitzbogen versehen, und der Förste nie eine bedeutende Fläche geben. Figur 4. Taf. II. zeigt eine solche Strecke, deren Förste einen Spitzbogen bildet, und die ohne alle Zimmerung, im Festen, steht. Sie gewährt den doppelten Vortheil, keines Ausbaues zu bedürfen und weniger Arbeit zu erfordern, wie ein Blick auf die Figur zeigt.

Kann das Gestein mit der Keilhaue bearbeitet werden, so ist man im Stande, der Förste einer Strecke eine sehr regelmäßige Gestalt zu geben; man begreift aber leicht, daß dieß beim Bohren und Schießen nicht so gut thunlich ist. Einige Arten von verhärtetem Thon, alle Sandsteine, alle Granite, der meiste Kalkstein, kurz alle diejenigen Felsarten, die nicht sehr gebräch sind, stehen sehr gut, wenn man den Stollen und Strecken eine spitzbogenförmige Förste giebt. Es giebt Gebirgsgesteine, die so fest sind, daß man große Weitungen in dieselben treiben kann, ohne daß sie Brüche veranlassen; allein dieß ist doch immer nur selten der Fall, und erst nachdem man sich lange Zeit hindurch von ihrer Festigkeit überzeugt und dieselbe durch eine leichte Zimmerung geprüft hat, darf man diese ganz weglassen.

Jedoch darf man es alsdann immer nicht unterlassen, an manchen Stellen Sicherheitspfeiler stehen zu lassen. Gewisse Kalksteine, einige Gipsarten, mehrere Erzarten und die Steinkohle sind, wie wir schon im sechsten Abschnitte des zweiten Hauptstücks sahen, so fest, daß sie in Weitungen gewonnen werden können.

Steht aber das Gestein nicht von selbst, so muß es durch Zimmerung und Mauerung unterstützt werden, die Gestalt der Baue sei welche sie wolle.

Erste Abtheilung.

Von der Grubenzimmerung.

Da das Zimmerholz ein stets sehr kostbarer Artikel für den Bergbau ist, so sucht man, so viel es der Druck des Gebirges erlaubt, die Zimmerung möglichst zu vereinfachen, und verändert auch die Stärke und Gestalt der Hölzer nach der Beschaffenheit der zu unterstützenden Gesteine.

Wenn man z. B. einen schmalen Gang, oder ein stark fallendes Lager, die sehr gebräch sind, aber ein festes Hangendes und Liegendes haben, abbauet, so ist es hinreichend, die Förste mit Stempeln, die auf jeder Seite in einem Bühnloche liegen, und hinter die man die Pfähle oder Bretter treibt, zu unterstützen, wie es Fig. 5. Taf. II. zeigt. Bleibt zwischen den Latten oder Brettern und dem Gestein ein leerer Raum, so muß man denselben mit Reisbündeln oder Faschinen ausfüllen, damit man das Herabfallen von Gesteinstücken verhindert, die sonst die Latten und Bretter zerbrechen würden. Eine üble Methode ist es, solche leeren Räume mit dem faul gewordenen Grubenholze auszufüllen, wie es wohl hin und wieder geschieht, indem dadurch das Faulwerden des frischen Holzes beschleunigt, auch die Wetter verdorben werden. Das faule Grubenholz muß vielmehr stets zu Tage gefördert werden.

Ist das Lager oder der Gang, den man abbauet, mäch-

tiger als die Förste der Strecke, und das Hangende nur gebräch oder feige, so wendet man die halbe Thürstockzimmerung, Fig. 6., welche aus einem Thürstock und der Kappe besteht, die auf der einen Seite auf dem Thürstock und auf der andern in einem Bühnloche liegt, an.

Ist das Hangende eines Lagers gebrächer als sein Liegendes, bedarf dieses letztere aber doch hin und wieder einer Stütze, so wendet man die ganze Thürstockzimmerung, Fig. 7., an, treibt aber nur an der Förste und am Hangenden Pfähle oder Pfosten (Bretter) ein.

Muß die Strecke oder der Stollen ganz in einem gebrächen Gesteine getrieben werden, so muß man nothwendig die ganze Thürstockzimmerung mit Sohlhölzern, Fig. I. Taf. VIII., anwenden. Sie besteht aus einer Schwelle, aus zwei Thürstöcken a, einer Kappe b, und den an der Förste, am Hangenden und Liegenden, eingetriebenen Pfählen.

Wenn der Stollen zur Förderung, und zugleich auch zur Wasserlosung dienen soll, wie es sehr häufig der Fall ist, so muß die Zimmerung wie in Fig. 2. Taf. VIII. eingerichtet werden. Der Stollen muß dann höher und die Thürstöcke länger sein. Es werden Stege eingezogen, auf welche man das Tragewerk mit dem Förderungsgestänge befestigt; der unter dem Tragewerke befindliche Raum heißt die Wasserseige, und dient zum Abfluß des Wassers.

Wenn das Gebirge, wie der Bergmann sagt, druckhaft wird, so bemerkt man dieß, wenn der Druck aus der Förste kommt, durch die Art, wie die Kappe auf den Thürstock drückt. Findet dagegen ein Seitendruck statt, so krümmen sich die Thürstöcke, und machen einen Bauch. Im erstern Falle zerbricht die Kappe fast immer an dem einen Ende (Fig. 3.); im zweiten Falle zerbricht einer von den Thürstöcken in der Mitte (Fig. 4.). Hat man gesundes Holz angewendet, und es zerbricht durch den Druck

des Gebirges, so muß man entweder mehr Zimmerung anbringen, oder stärkeres Holz nehmen. In einem Gebirge, welches nicht druckhaft ist, jedoch auch nicht im Festen steht, setzt man die Thürstöcke ungefähr 5 Fuß weit aus einander. In einem Gebirge mit geringem Drucke setzt man auf ein Lachter Länge drei Thürstöcke, und bei starkem Drucke vier, von 6 bis 7 Zoll Stärke, und zuweilen ist es, dieser großen Holzmenge ungeachtet, der Fall, daß dieselbe nicht hinreicht, dem Drucke zu widerstehn, und man Thürstock an Thürstock stellen muß, wie es in einigen Theilen der Grube von Chessy im Rhone-Departement, und in der Friedrichsgrube bei Tarnowitz in Oberschlesien der Fall ist.

Auswahl und Vorbereitung des Grubenholzes.

Die harten, und besonders die verschiedenen Arten Eichenhölzer widerstehen dem Drucke, so wie den zerstörenden Einwirkungen der Nässe und der schlechten Wetter am besten. Man kann sie daher von weit geringeren Dimensionen gebrauchen, als die Nadel- oder weichen Hölzer. Auch braucht man sie nicht immer zu behauen, sondern man kann sie spalten, und die halbrunden Stücke anwenden. Da jedoch der meiste metallische Bergbau in Gebirgen statt findet, wo das Eichenholz selten und theuer ist, so wird auch sehr viel Nadelholz zur Grubenzimmerung verwendet, welche zwar eine weit geringere Dauer hat, jedoch aber auch einige nicht unwesentliche Vortheile darbietet. Alle Hölzer zersetzen sich weit leichter in einer feuchten und warmen Luft, als wenn sie ganz unter Wasser stehen. Das Erlenholz, sonst ein sehr schlechtes Holz zur Grubenzimmerung, ist zu solchen Stücken, die stets unter Wasser bleiben können, wie z. B. zur Zimmerung der Sümpfe, zu den Saugröhren der Kunstsätze, zu Röhren und Rinnen (Gefludern), allen übrigen Holzarten vorzuziehen. Es ist daher weit vortheilhafter, solche Baue, die mehrere Monate

lang außer Betrieb kommen, unter Wasser zu setzen, als sie eine Beute schlechter Wetter, der Schwämme und des Byssus, die auf dem Holze wachsen und sehr viel zu dessen Zerstörung beitragen, werden zu lassen *). Das Büchenholz dauert unter Wasser weit länger, als im Trocknen, wo es spröde wird.

Wenn man sich der harten Hölzer bedient, so wendet man nur selten die runden Stämme an: denn bei einer guten Forstwirthschaft wird man das Holz nicht eher schlagen, als bis die Bäume ganz ausgewachsen sind. Man muß daher starke Bäume kaufen, und sie zu Hölzern von den erforderlichen Dimensionen zerschneiden lassen. Bei dem Zerschneiden muß nicht damit begonnen werden, den Baum zuvörderst mittelst der Axt behauen zu lassen, so daß er einen quadratischen Durchschnitt erhält, sondern man bringt ihn, nachdem er von der Borke und von den Aesten befreit worden, auf das Gerüst, und zerschneidet ihn in der Art, wie Fig. 11. Taf. X. im Durchschnitt zeigt. Der hier dargestellte Baum hat 16 Zoll im Durchmesser; man schneidet erst vier Schwarten, dann acht einen Zoll starke Bohlen ab, und den bleibenden quadratischen Balken zerschneidet man zu vier Stücken, welche zu Thürstöcken, Stempeln ꝛc.

---

*) Dieß Versäufen oder unter Wasser Setzen der Baue scheint mir denn doch eine sehr schlechte Methode zu sein. Am Oberharze feuchtet man die Zimmerung auf trocknen Strecken und in trocknen Schachten an. Auf den Strecken liegen Röhren, welche mit Spunden versehen sind, in denen sich mehrere kleine Löcher befinden, welche feine, sich bald in Staub zertheilende Wasserstrahlen in verschiedenen Richtungen über die ganze Strecke verbreiten, wodurch die Zimmerung auf allen Punkten vollkommen genäßt wird. Der Wasserdruck, welcher hierbei nöthig ist, erfolgt aus einem in gewisser Höhe angebrachten, durch Stollen- oder Kunstwasser gefüllt gehaltenen Kasten. In den Schachten führen an die Kunstgezeuge gehängte kleine Drucksätze das zur Wässerung erforderliche Wasser über Traufbretter von Holz zu Holz, oder man wendet auch kleine, schief gelegte Rinnen an. H.

angewendet werden können. Bei dem gewöhnlichen Behauen würden die acht Bohlen und vier Schwarten verloren gegangen sein.

Unvortheilhaft ist es, die Bäume ohne Zacken und Zweige zu kaufen, indem die letztern zu Helmen an Fäusteln, Keilhauen, Kratzen, Schaufeln, Eisen ꝛc. und zu Faschinen verwendet werden können. Hat man solche kleine Stücken Holz nicht, und man muß große Stücken zu den obigen und andern kleinen Geräthschaften verarbeiten lassen, so kann dieß nicht ohne bedeutende pecuniäre Nachtheile geschehen. Da man bei dem Zerschneiden der Bäume nicht so viel Schwarten gewinnt, als zur Zimmerung erforderlich sind, so muß man besonders Pfähle schneiden lassen, wozu man gewöhnlich das Gipfelende der Bäume nimmt, wenigstens wenn man nicht sehr brüchiges oder gar schwimmendes Gebirge hat, wobei es erforderlich ist, starke Bohlen zu Pfählen zu nehmen. Hin und wieder, z. B. in Oberitalien, wendet man auch wohl Aeste, Borke und sonst unbrauchbare Holzstücken dazu an.

Strecken und Stollen haben im Durchschnitt ungefähr 1 Lachter Höhe, und an der Förste $\frac{1}{2}$ Lachter Weite, weshalb die Länge der Hölzer 1 und $1\frac{1}{2}$ Lachter betragen muß, um Thürstöcke, oder diese nebst einer Kappe daraus schneiden lassen zu können.

Alles das, was hier über die möglichste Schonung des Holzes gesagt worden ist, bezieht sich auch eben so gut auf das, welches zur Schachtzimmerung gebraucht wird, auf die wir weiter unten zurückkommen.

An einigen Orten hat man die Gewohnheit, das Holz zu zerspalten, statt es mit der Säge zu zerschneiden, und man sagt, diese Methode gewähre den Vortheil, daß die Fasern ihre ganze Kraft behalten und dem Druck einen größern Widerstand zu leisten vermögen, als wenn sie zerrissen würden. Obwohl dieß ganz richtig zu sein scheint, so kann man doch darauf erwiedern, daß durch das Spal-

ten und durch die Aeste Unebenheiten entstehen, welche die Feuchtigkeit aufhalten, ihr Eindringen in das Innere des Holzes erleichtern, und daher Veranlassung zu früherer Zerstörung desselben geben. Nur bei sehr gerade gewachsenen Hölzern, die sich leicht spalten lassen, ist daher dieß Verfahren anwendbar. Wenn man mit runden Fichten- oder Kiefern-Stämmen zimmern soll, und dieselben etwas zu stark sind, so ist es sehr zweckmäßig, sie zu spalten, und die platte Seite gegen das Gestein zu legen.

Von allem Holze, hartem sowohl als weichem, welches man in runden Stämmen zur Grubenzimmerung anwendet, schält man die Borke ab, indem die Erfahrung gezeigt hat, daß ein ungeschältes Stück Holz weit früher in Fäulniß übergeht, als ein geschältes, weil die Fasern der Borke die Feuchtigkeit, welche sich abwechselnd in der Grubenluft entwickelt, mehr an sich ziehen, und sie sodann auch dem Holze mittheilen. Der Wechsel der Trockniß und Nässe führt dann bald das Stocken des Holzes herbei. Andere erfahrene Bergleute wollen jedoch die Beobachtung gemacht haben, daß sich die Eichenrinde nach einigen Monaten in einen fetten, zähen, der schwarzen Seife ähnlichen Körper verwandle, der das Holz bei weitem besser erhalte, als wenn es geschält worden sei. Im Allgemeinen ist man aber dennoch jetzt der erstern Meinung, daß geschältes Holz besser sei als ungeschältes.

Buffon glaubt die Bemerkung gemacht zu haben, daß, wenn man die Hölzer an dem Stamme der Bäume, ein Jahr vor ihrem Fällen, abschäle, der Splint eine größere Härte erlange; ich habe dieß nun zwar an mehreren Fichten versucht, aber keinen Unterschied finden können.

Der beste Zeitpunkt zum Schlagen des Holzes zur Grubenzimmerung, so wie überhaupt zu jedem andern Gebrauch, ist der, wenn der Saft nicht in ihm circulirt; denn wenn man die Eichen bei vollem Safte fällte, so würden sie in drei Jahren zerstört sein, während sie sonst

funfzehn, zwanzig und mehrere Jahre dauern. Schon weiter oben habe ich die Bemerkung gemacht, daß die mit Salz impregnirten Hölzer sich weit länger conserviren als die übrigen; jedoch, glaube ich, hat man dieses Mittel nirgend anders als auf Salinen angewendet, wo die Hölzer diese Vorbereitung auf eine ganz natürliche Weise erhalten.

Was nun den Einfluß der Mondsphasen auf die Dauer der Hölzer betrifft, so ist dieß eine physiologische Frage, die den Botanikern zu beantworten bleibt. Wir bemerken nur noch, daß in dieser Hinsicht die Meinungen sehr verschieden sind. An dem einen Orte sollen die Eichen bei abnehmendem, an dem andern bei vollem, und an dem dritten bei zunehmendem Monde geschlagen werden.

Wenn die Hölzer behauen und zerschnitten sind, so haben die Holzarbeiter oder Zimmerlinge nichts weiter zu thun, als ihnen die gehörige Länge zu geben und die Stücke zusammenzufügen.

Eine ganze Thürstockzimmerung z. B. besteht, wie wir schon bemerkten, aus den beiden Thürstöcken, dem Sohlholze und der Kappe. Die Sohlen oder Schwellen sind dann erforderlich, wenn das Sohlgestein der Strecke oder des Stollens so gebräch ist, daß sich die Thürstöcke hineindrücken würden. Bei der Grubenzimmerung kommen weder Zapfen, noch Zapfenlöcher, noch Nägel vor; alle Zusammenfügungen geschehen durch bloße Einschnitte und die Befestigungen durch Keile. Die Fig. 7 bis 12. Taf. VIII. zeigen die verschiedenen Arten der Zusammenfügungen der Thürstöcke und der Kappen.

Die erste Art ist sehr schlecht, und ihre Anwendung zeugt von der geringen Einsicht desjenigen, welcher sie angegeben hat. Man sieht, daß zwei Drittel von der Kraft des Holzes verloren sind, und daß der geringste Druck den Bruch der Kappe veranlassen muß, wenn er aus der Förste kommt, und des einen oder des andern Thürstocks, wenn es Seitendruck ist. Dieß ist um so mehr der Fall, wenn

schlechte Holzarbeiter falsche Einschnitte machen, und zwischen Thürstock und Kappe stets einen gewissen Zwischenraum lassen, der mit kleinen Keilchen oder mit Letten ausgefüllt wird. Es ist gut, alle diese kleinen Unregelmäßigkeiten zu kennen, damit man sie verhindern oder die schlechten Arbeiter entfernen könne.

Die Verbindungen Fig. 8. 9 und 12. sind gleich fest, ich gebe jedoch der in Fig. 12. den Vorzug, indem dieselbe die wenigste Zeit zu ihrer Vorbereitung erfordert; denn man sieht, daß der kleinste Einschnitt dazu erforderlich ist. Ein 1 Zoll tiefer Sägeschnitt und einige Hiebe mit der Axt sind hinreichend, um jeden Einschnitt zu bilden, der jedoch ein wenig schief sein darf, damit die geneigt stehenden Thürstöcke genau an die Kappe passen, und kein Raum zwischen denselben bleibe.

Die Verbindung Fig. 9. hat den Fehler, daß nicht die ganze Kappe unterstützt wird, und daß diese daher leichter zerbrechen kann.

Die Schwellen erhalten, wie die Kappen Fig. 12., einen 1 Zoll tiefen Einschnitt, auf welchen die Füße der Thürstöcke gestellt werden. Diese müssen dagegen in etwas schiefem Winkel abgeschnitten werden.

Die Zimmerung Fig. 10., die keinen Einschnitt erforderlich macht, ist nur anscheinend einfach, indem es viel Mühe und Genauigkeit erfordert, wenn Thürstock und Kappe zusammen passen sollen. Auch muß das Ende der Zuschärfungen dem Förstendruck sowohl als dem Seitendruck am ersten nachgeben. Man wendet diese Art der Verbindung in einigen Gruben des nördlichen Italiens an. Die Verbindung Fig. 11. findet man zu Idria und bei der Zimmerung der Haspelstätten, Radstuben ꝛc. angewendet; sie ist aber, meines Erachtens, nicht im Stande, dem Seitendruck zu widerstehen.

Von der Hinstellung der Thürstockzimmerung.

Wenn man einen Thürstock hinstellen will, so fängt man damit an, auf der Sohle zwei quadratische, 1 bis 2 Zoll tiefe Bühnlöcher zu hauen, welche die Fußenden der Thürstöcke aufnehmen. Wenn diese nun hingestellt sind, und man überzeugt ist, daß sie senkrecht stehen, d. h. weder nach dem Stollenort noch nach dem Mundloche zu geneigt sind, so giebt man ihnen mittelst eines Brettstücks die gehörige geneigte, d. h. unten weitere und oben engere Stellung, und legt die Kappe in die Einschnitte. Ist dieß geschehen, und hat man sich überzeugt, daß die Thürstöcke mit den übrigen in einer geraden Linie stehen, so werden die Pfähle (Latten), Schwarten oder Bohlen *) hinter die Thürstöcke und die Kappe gesteckt, und mittelst Keilen, die man zwischen diese und das sogenannte Verschließholz steckt, fest an das Gebirge getrieben. Die Länge der Pfähle beträgt gewöhnlich 6 bis 7 Fuß.

Fig. 5. Taf. VIII., so wie Fig. 8 und 9. Taf. II., geben einen Begriff von der Thürstockzimmerung eines Stollens. Die Menge der Pfähle oder Bohlen wechselt mit der Beschaffenheit und Festigkeit des Gesteins. Zieht es sich nur in großen Blöcken oder Platten los, so legt man auf jeder Seite vier bis fünf, und in die Förste drei oder vier Pfähle; ist aber das Gebirge brüchig, so muß man die Pfosten dicht an einander legen, damit sie eine vollständige Bekleidung bilden.

In solchem Gebirge, in dem es unmöglich ist, zwei oder drei Fuß ohne Zimmerung vorzugehen, treibt man über den

---

*) Bei dem Betriebe des tiefen Friedrichsstollens bei Tarnowitz in Oberschlesien wendete der Bergmeister Hr. Thürnagel auf einer in hohem Grade druckhaften Stelle, in dem sogenannten schwimmenden Gebirge, eiserne Pfähle von $\frac{3}{8}$ Zoll starkem Kesselblech zum Abtreiben an. S. Karsten's Archiv, Bd. XVIII. S. 3 ꝛc., worauf ich verweise, da sich die höchst schwierige Operation nicht füglich im Auszuge beschreiben läßt. H.

letzten Thürstock scharfe und starke Pfähle mit Treibefäusteln hinein. Ist man auf diese Weise drei oder vier Fuß mit den Pfählen vorwärts gegangen, so setzt man ein paar verlorne Thürstöcke mit der Kappe unter, die jedoch etwas höher und weiter sein müssen, als die, welche dann stehen bleiben. Auf solche Weise verfährt man, wenn man in alte Baue kommt, z. B. bei dem sogenannten Bruchbau und auch bei dem Stollen- und Streckenbetriebe in dem sogegenannten schwimmenden Gebirge, worunter man Sand und Gerölle, die viel Wasser enthalten und sehr beweglich sind, versteht *). Man muß in diesem Falle eine sehr starke und dichte Zimmerung anwenden.

Es muß hier auch der Zimmerung mit Unterzügen erwähnt werden, die darin besteht, daß längs der Förste Balken gelegt und dieselben mit Thürstöcken unterstützt werden.

Auf den Steinkohlenbergwerken in Oberschlesien findet häufig eine sehr einfache Streckenzimmerung statt. Es werden nämlich in 40zölliger Entfernung quer unter die Förste Kappen gezogen, welche in die Seitenstöße auf jeder Seite eingebühnt sind, und unter jeder Kappe kommt in die Mitte der Strecke ein senkrechter Stempel zu stehen, welcher in die Sohle eingelassen ist. Ist die Förste brüchig, so

---

*) Höchst schwierige Arbeiten im schwimmenden Gebirge haben öfter auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz in Oberschlesien statt gefunden. Man findet sie ganz vorzüglich und zur Belehrung jedes Bergmannes beschrieben von dem Bergmeister Hrn. Thürnagel in Karsten's Archiv, II b. 143., IV. 212, V. 3. IX. 153., XVIII. S. 3. Auch der Betrieb des Tunnels oder der Tagestrecke unter der Themse bei London gehört hierher. Der Bergmann findet über diesen interessanten Gegenstand Belehrung in mehreren Heften von den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins, des Dinglerschen polytechnischen Journals, so wie in Fischer's Fragmenten aus dem Tagebuche dreier Reisen nach London. Stuttgart, 1829. S. 6 ꝛc. 64 ꝛc. H.

werden Schienenhölzer unter dieselbe gelegt, und unter diese erst die Kappen. Die Kohlenabbaue werden auch durch Stempel unterstützt, die in keiner bestimmten Ordnung stehen, und zuletzt auch wieder weggenommen werden.

Von der Zimmerung schwebender Strecken oder sehr flacher Schachte.

Die Zimmerung der schwebenden Strecken (Diagonalen oder Bremsberge) und flachgeneigter Schachte kommt im Allgemeinen mit der Streckenzimmerung überein, so lange das Fallen unter 40 bis 45 Grad beträgt. Dann aber wird die Operation schwieriger und complicirter; denn außer den beiden Thürstöcken, der Kappe und Schwelle sind auch zwei andere Stücken Holz erforderlich, die man Tragstempel nennt, die im Hangenden und Liegenden, oder vielmehr in den beiden Stößen in Bühnlöchern befestigt werden, und auf welche sich die übrige, in der Höhe und Breite gleiche Zimmerung stützt.

Die aus den beiden Thürstöcken, der Kappe und der Schwelle bestehenden und auf den Tragstempeln ruhenden Geviere werden mit Keilen und durch die Pfähle befestigt. Man muß aber dahin sehen, daß sie senkrecht auf der Sohle stehen, damit sie dem Drucke des Gebirges den möglichst größten Widerstand zu leisten im Stande sind. Auf den Schwellen wird ein Gestänge für die Förderungsgefäße vorgerichtet, wie schon im vorigen Hauptstücke bemerkt wurde. Auch zur Fahrung ist die gehörige Vorrichtung zu machen, welche entweder aus Treppen oder aus Fahrten besteht. Fig. 6. Taf. VIII. giebt einen Begriff von der Zimmerung eines sehr flachen Schachtes oder einer schwebenden Strecke.

Zimmerung der Haspelstätten.

In manchen Fällen gehen die Förderschachte nicht zu Tage aus; es muß aus einer tiefern Sohle zu einer hö-

hern gefördert werden, welches gewöhnlich mit Haspeln geschieht, indem andere Maschinen zu viel Platz wegnehmen, und nur bei einem großartigen Bergbau angewendet werden, wozu denn Radstuben, Seilstrecken und Korbstuben erforderlich sind, deren Zimmerung oder Mauerung sehr kostbar wird.

Der Raum für einen gewöhnlichen Haspel ist schon groß genug, und erfordert viel starkes Holz, das man zuweilen noch auf alle mögliche Weise unterstützen muß.

Ein 100 Fuß tiefer und 4 Fuß im Quadrat weiter Schacht erfordert einen Rundbaum von 6 Fuß Länge; für die Haspelhörner sind auf jeder Seite 3 Fuß, und außerhalb derselben noch 18 Zoll Raum erforderlich. Um daher unter Tage einen mehrmännischen Haspel anzubringen, ist ein 15 Fuß langer und 10 Fuß weiter Raum erforderlich, da an der Hängebank noch Platz für die Stürzer, Karren oder Hundeläufer, die Erz oder Kohlen auf einer Strecke weiter fördern, vorhanden sein muß.

In einem solchen Falle ist es zweckmäßig, die Haspelstützen so lang zu machen, daß sie bis an die Förste reichen und dieselbe noch mit stützen. Die eigentliche Zimmerung einer solchen Haspelstätte besteht darin, daß unter die Förste der Länge nach zwei oder drei Kappen gelegt, und durch starke Stempel, welche in der Sohle eingebühnt sind, oder Schwelle haben, in dieser Lage erhalten werden. Da man zu den Kappen gewöhnlich rundes Holz nimmt, so werden die Stempel gemeinhin halbrund ausgeschnitten, damit sie nicht ausweichen können, welches man auch durch sogenannte Bankeisen, die man in die Kappe treibt, zu verhindern sucht. Förste und Seitenwände einer solchen Haspelstätte sind außerdem, wie gewöhnlich, mit Pfählen bekleidet.

Von der Zimmerung verschiedener Arten von Schachten.

Die Gebirgsgesteine, in welchen man Stollen und Strek-

Strecken, ohne Zimmerung, treiben kann, stehen auch im Festen, wenn man Schachte in denselben absinkt, besonders wenn diese kreisrund oder oval sind. Hat das zu durchsinkende Gebirge regelmäßige Lagerungsverhältnisse, und man weiß im voraus, daß man durch mächtige feste Lager kommt, so muß man nur die brüchigen Theile mit Zimmerung oder Mauerung versehen, wobei man zu beachten hat, daß die ausgezimmerten und ausgemauerten Theile mit dem darüber oder darunter befindlichen festen Gestein (Fig. 1. Taf. IX.) in einer Ebene liegen, indem an den hervorstehenden Punkten die Tonnen leicht hängen bleiben können, wenn für dieselben nicht besondere Leitungen vorgerichtet sind.

Die vollständige Zimmerung eines großen Förderschachtes, der 9 Fuß lang und 6 Fuß weit ist, besteht aus einer Reihe von Vierungen, die durch senkrechte Hölzer, sogenannte Bolzen, verbunden sind, und in größern oder geringern Entfernungen, je nachdem es die Gesteinsfestigkeit erfordert, über einander liegen; man nennt diese Zimmerung Bolzenschrotzimmerung. In gewissen Fällen, und besonders wenn es nöthig ist, eine Quelle abzuhalten, wie wir weiter unten, wenn wir von der hölzernen Verdämmung der Schachte zur Abhaltung der Wasser reden, sehen werden, liegt Vierung auf Vierung (ganze Schrotzimmerung), gewöhnlich aber ist eine jede 4 bis $4\frac{1}{2}$ Fuß von der andern entfernt.

Zur Unterstützung der Geviere wendet man die Tragstempel an.

Die Tragstempel sind zwei Stücken Holz, die unter den kurzen Seiten der Geviere liegen, und die an beiden Enden in Bühnlöchern, die in das Gestein gehauen sind, ruhen (Fig. 2. Taf. IX.). Um ihnen die möglichste Festigkeit zu geben, steckt man die Tragstempel auf der einen Seite in das Bühnloch, legt in das andere ein keilförmiges Stück Holz, einen sogenannten Anpfahl, und

treibt das andere Ende des Stempels nieder. Man darf dem Anpfahl nicht mehr als einen Zoll Schräge geben, indem der Tragstempel sonst nicht niedergetrieben werden könnte, und zurückspringen würde.

Den Tragstempel muß man nach unten zu auch etwas, ungefähr einen Zoll, abschrägen, welches die gute Folge hat, daß zwischen ihm und dem Anpfahl kein leerer Raum bleibt, wenn er niedergetrieben worden ist. Man wird leicht einsehen, daß, wenn man den Tragstempel rechtwinklig abschnitte, oben ein kleiner, keilförmiger, leerer Raum bleiben müßte.

Bei thonigem und wenig festem Gebirge legt man unter die Stempel in die Bühnlöcher ein Brettstück, von denen eins dann den Dienst des Anpfahls leistet.

Haben nun die Tragstempel eine gehörig feste und, wie man sich mittelst der Wasserwage überzeugen muß, eine gehörig horizontale Lage, so wird das Geviere darauf gelegt. Dieses besteht, wie man aus Fig. 3. Taf. IX. ersieht, aus zwei längern und aus drei kürzern Stücken, die über einander gekappt sind, so daß der Schacht in zwei ungleiche Theile getheilt ist. Die größere Abtheilung dient zur Förderung (Förder- oder Treibschacht); die Tonnen hängen nach der Diagonale des Querdurchschnittes, damit sie nicht an einander hängen bleiben, wenn die eine bei der andern vorbeigeht, und die Förderung unterbrechen. Die kleinere Abtheilung enthält dagegen die Fahrten und die Pumpen oder Kunstsätze, die Wetterlutten ꝛc. (Fahr- und Kunstschacht). Man wird bemerken, daß das eine Joch unter dem Einstrich oder der Kappe, welcher beide Schachttheile von einander absondert, liegt, nicht aber an dem Ende, und zwar aus dem Grunde, damit die größern Hölzer weniger zu tragen haben. Das kurze Holz oder die Kappe, welche auf den langen Jöchern liegt, und den Förderschacht von dem Fahrschacht trennt, trägt nicht allein die Fahrten, sondern es wird auch die Schei-

dewand daran befestigt, die aus dicht an einander gefügten Brettern besteht. Da, wo durch die eine Abtheilung des Schachtes die Wetter einfallen, und durch die andere wieder herausziehen sollen, muß große Sorgfalt auf die Anfertigung dieses Schachtscheiders verwendet werden, indem er es ist, welcher einen solchen Zug hervorbringt, daß im Tiefsten Wetterwechsel statt findet, und dieser oft so stark ist, daß es schwer hält, ein brennendes Licht in den Fahrschacht zu bringen.

Ich füge noch die Bemerkung hinzu, daß man zu der Scheidewand nicht völlig trockne Bretter nehmen muß, weil solche durch die Feuchtigkeit quellen und krumm werden würden, weshalb man sie wieder abreißen und nacharbeiten müßte.

Ehe man die Pfähle hinter die Vierungen treibt, muß man erst deren vier Winkel mit dem Lothe untersuchen, um sich zu überzeugen, daß der Schacht vollkommen seiger sei. Diese Operation wird mittelst vier Schnüren, an welchen Bleilothe hängen, und die an der obersten Vierung befestigt sind, bewerkstelligt. Ich rathe jedoch dazu, noch ein anderes Mittel zur Verification anzuwenden, welches darin besteht, aus dem Mittelpunkte der Schachtmündung ein Loth herabzulassen, und dann mit einem Maßstocke zu untersuchen, ob die vier Winkel des zu legenden Gevieres gleich weit von der Schnur entfernt sind. Zwischen zwei Gevieren werden in den vier Ecken die Bolzen angebracht, Stücken Holz von ungefähr 4 Fuß Länge und von 3 Zoll Stärke, jedoch wechselt die Höhe mit der Entfernung der Geviere von einander. Diese Bolzen haben dem Anschein nach eine geringe Wichtigkeit; allein sie tragen sehr viel zur Festigkeit der Schachtzimmerung bei, und unterstützen die Jöcher außerordentlich. Man erhält sie durch eiserne Haspen in ihrer Lage.

Auf dem Oberharze, wo man rundes Fichtenholz zur Grubenzimmerung anwendet, verfährt man bei der Aus-

zimmerung eines großen Treib-, Fahr- und Kunstschachtes, der auf dem mächtigen Gange abgeteuft worden ist, folgendermaßen *):

Die gewöhnlichsten Arten der Harzer Schachtzimmerung sind: 1) die verlorne Zimmerung mit Getrieben, 2) ganzer Schrot und 3) Bolzenschrot.

Das Ueberrüsten und das Setzen der Schachte in verlorne Zimmerung ist am Oberharze wichtiger und schwieriger als an andern Orten, theils wegen der großen Länge und Weite der Schachte, theils wegen des großen Drucks von allen Stößen her, und besonders wegen des schweren Gezimmers.

Wo man zuerst unter Tage festen Grund findet, legt man nach Verschiedenheit des Ganges 2 oder 3 Rüstbäume (a Fig. 12. Taf. X.), und zwar mit dem stärksten Ende auf's Hangende. Ueber diese kommen nach der Schachtlänge zwei Jöcher b, welche an beiden Seiten über die Rüstbäume hinausreichen. Zwischen die Jöcher kommen die Häthölzer (Haupthölzer) oder Kappen c zu liegen, die in jene eingezapft sind. Auf diese Art ist

---

*) Die Beschreibung einer Oberharzer Schachtzimmerung schien mir ein sehr nöthiger Zusatz zu sein. Bei dem Oberharzer Bergbau, nebst dem Sächsischen unstreitig der berühmteste in Deutschland, ist die Zimmerung sehr vollkommen, so wie im Erzgebirge es die Mauerung ist. Hier sprechen der große Holzmangel, die geringe Mächtigkeit der Gänge und die trefflichen Mauersteine, welche das Gneisgebirge, das Nebengestein der Gänge liefert, so wie endlich auch die sichern Wider- und Grundlagen, welche das feste Gneisgebirge gewährt, für die Mauerung; im Oberharze dagegen der Mangel an brauchbaren Mauersteinen, der mäßige Preis des sehr guten Holzes, welches die Bergwerke, vermöge alter Privilegien, aus den landesherrlichen Forsten erhalten, die mächtigen Gänge und die wenig festen Grundlagen, welche das brüchige Grauwackengebirge darbietet, für die Zimmerung. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß es am Oberharze mancherlei Abänderungen bei der Zimmerung giebt. H.

nun das Hauptgeviere entstanden. In 4 Zoll Entfernung von diesem legt man nun eine Hinterpfändung d, zwischen welcher und dem Geviere man die gerissenen Pfähle e eintreibt. Sind dieselben 4 bis 5 Fuß niedergetrieben, so wird vor sie einstweilen eine Vorpfändung mit Spreitzen gelegt, und diese wieder weggeschlagen, wenn das Getriebe ganz fertig ist.

Unter das Getriebe, in 12 bis 16 Fuß Entfernung von den Rüstbäumen, legt man nun ein paar Tragstempel f, auf welche das zweite Hauptgeviere g gelegt wird. Die Rundung der Tragstempel muß mit der der Rüstbäume nach dem Lothe liegen. Ist das Gestein haltbar, so kommen die Tragstempel in 30 Zoll tiefen Bühnlöchern zu liegen. Ist das Gestein aber brüchig, so setzt man ein $1\frac{1}{2}$ Lachter hohes Holz, mit einem Zapfenloche zu einem hölzernen Bühnloche, auf die Sohle auf, und zapft in dieses den Tragstempel mit dem schwachen Ende ein. In's Hangende setzt man einen $1\frac{1}{2}$ Lachter langen Fuß- oder Anpfahl h in eine 6 Zoll tiefe Brust ein. Gegen diesen wird nun der ausgekehlte Kopf des Tragstempels angetrieben. Zwischen die Tragstempel (gewöhnlich zwei, bei sehr brüchigem Gestein auch wohl drei) legt man Jochhölzer, die statt der Kappen in die Tragstempel mit einem Ende eingezapft, mit dem andern aber eingekehlt oder eingeschaart sind. Diese Jöcher, i, heißen Einstrichsjöcher. Um dieses zweite Hauptgeviere wird dann wieder ringsum mit Pfählen angesteckt.

Außer dieser verlornen Zimmerung wird nun der Schacht noch in halbem Schrot durch auf einander gelegte Jöcher (ohne Kappen) im Hangenden und Liegenden gesetzt. Wenn nämlich das zweite Hauptgeviere g gelegt ist, so werden auf die beiden Jöcher desselben, i, die Auftragjöcher m aufgelegt, und zwar, nach der Tonnlage des Schachtes, in diesem obersten Getriebe im Liegenden mehr als im Hangenden. Sie werden durch Klam-

mern und verlorne Streben einstweilen gehalten. Wo der Druck geringer ist, wird nicht Joch auf Joch gelegt, sondern es werden Bolzen dazwischen gestellt.

Hierauf werden im obern Getriebe, in beiden Schachtstößen, kleine Wandruthen, l, auf die Kappen gesetzt, die im obersten Getriebe bis unter die Rüstbäume, und in den folgenden bis unter die Tragstempel reichen. Zwischen den Wandruthen werden die Strebestempeln, wechselsweise aus dem Liegenden in's Hangende und umgekehrt, gespreitzt. Die kurzen Stöße werden hinter der Verwandruthung mit Pfählen verschlossen. — Zwischen Fahr- und Treibeschacht werden die Hauptwandruthen eingezogen.

Die Fahrschachte werden durch sogenannte Ruhebühnen getheilt, die man am Oberharz alle 2 bis $3\frac{1}{2}$, an andern Orten alle 4 bis 5 Lachter mit Pfosten (Brettern) vorrichtet, die auf Lagern festgenagelt sind und ein Fahrloch haben. Die Fahrten stehen schräg, und das Fahrloch der nächsten Bühne liegt vor der darüber befindlichen Fahrt. Die Fahrten werden durch sogenannte Fahrthespen an den Jöchern, oder auch, wie in Fig. 3 und 4. Taf. IX., an den Kappen zwischen Fahr- und Förderschacht befestigt.

Da durch das Sprengen im Gesenk eines Schachtes sowohl Fahrten als auch Pfähle zertrümmert werden würden, so läßt man beide nicht bis in's Tiefste reichen, und hängt die unterste Fahrt, welche weggenommen wird, sobald sich die Arbeiter beim Wegthun des Schusses in Sicherheit gebracht haben, an einen eisernen Haken.

Das Tonnenfach, oder die Leitungen für die Tonnen auf dem liegenden Schachtstoße, wird am Oberharze so vorgerichtet, daß an beiden Seiten und in der Mitte eine große Stange auf den Jöchern liegt (die Endstangen und die Scheidstangen), zwischen welche dann zwei kleinere gelegt sind. An den Wechseln sind sie mit eisernen Schienen belegt. Häufig besteht das Tonnenfach aber auch

aus Pfosten, an deren beiden Seiten und in deren Mitte dann Schachtstangen aufgenagelt sind. In der Construction des Tonnenfachs oder der Leitungsvorrichtungen findet jedoch, wie wir schon bei der Förderung bemerkten, nach der Beschaffenheit des Schachtes und nach der Förderungsmethode eine große Verschiedenheit statt.

An einigen Orten theilt man die Schachte in drei gleiche Theile, zwei für beide Fördergefäße und einen zur Fahrung; allein dieser letztere ist viel zu groß. An andern Orten ist der Förderschacht von dem Fahrschachte ganz und gar getrennt, und ersterer für beide Tonnen in zwei Abtheilungen getheilt. In allen Fällen gewähren die Schachtscheider den Vortheil, daß sie die langen Jöcher unterstützen, und daher dem Druck einen starken Widerstand leisten.

Eine achteckige Zimmerung wird selten ausgeführt, indem sie weit schwieriger als eine viereckige ist. Auch kann man sie nur in runden Schachten anwenden; denn in einem viereckigen Schacht würde ein Theil des Holzes das Gestein gar nicht berühren, und man die leeren Räume mit vielen Pfählen, Keilen und Faschinen ausfüllen müssen. In einigen Gruben der Gegend von Mons ist die achteckige Zimmerung jedoch mit gutem Erfolg angewendet.

Auf einer Steinkohlengrube bei Essen in Westphalen war man genöthigt, ein 25 Lachter mächtiges Lager von beweglichem Sande zu durchsinken, weshalb man über Tage eine quadratische Zimmerung zusammensetzte, diese vollständig mit Bohlen bekleidete und kalfaterte, sie an vier Ketten hing und nun nach und nach senkte, indem man mit der Ausförderung des Sandes vorging. In Oberschlesien wendet man ein ähnliches Verfahren beim Schachtabsinken im schwimmenden Gebirge, durch die sogenannte Senkmauerung, an, von welcher weiter unten bei der Schachtmauerung das Nöthige bemerkt werden wird.

Man bedient sich aber auch beim Schachtabteufen

im schwimmenden Gebirge der sogenannten Getriebezimmerung, bei welcher man zu Tarnowitz in Oberschlesien folgendermaßen verfährt *): Ist der Schachtpunkt gegeben, so werden zuerst die Rüstbäume gelegt, worauf man ein Lachter tief absinkt, welches gewöhnlich keine Schwierigkeiten hat, besonders wenn keine Wasser in den obersten Gebirgslagen vorhanden sind. Ein Lachter unter den Rüstbäumen legt man dann die ersten Jöcher mit ihren Einstrichen oder Kappen auf die Schachtsohle, verzieht sie mit Pfählen, und sichert das Feld in der Mitte durch Einwechseljöcher, die durch Bolzen in ihrer Lage erhalten werden. Zwischen die Jöcher werden Spreitzen getrieben, die dem Längendrucke einen verstärkten Widerstand leisten, und den Schachtraum in zwei Theile theilen.

Das aus den ersten Lachtern beim Abteufen gewonnene Gebirge wird dicht an die Rüstbäume gestürzt, über welche man den Schacht durch das Aufsetzen von ganzer Schrot-Zimmerung erhöhet oder auffattelt.

Zu den Pfählen werden 12 Zoll breite, $1\frac{1}{2}$ Zoll starke kieferne Bretter genommen. So wie nun die Zimmerung in den ersten Lachtern eines abzuteufenden Schachtes beschrieben worden, in derselben Art wird sie auch beim weitern Niedersinken fortgesetzt. Nur folgen die Arbeiten anders auf einander, und ihre Ausführung ist mit größern Schwierigkeiten verbunden. Da beim weitern Absinken bei der losen Sohle das Einsinken der Jöcher zu befürchten wäre, so werden unter die Jöcher und Einstriche Brettstücken gesteckt, wodurch sie getragen werden. Zwischen die Pfähle vom letzten Anstecken und die Jöcher und Kappen werden Pfändungen gelegt, die aus Brettern bestehen,

---

*) Thürnagel in Karsten's Archiv, II. b. 146. und IV. 212., auf welchen trefflichen Aufsatz ich um so mehr verweise, da es hier ohne Zeichnungen nicht möglich ist, die Arbeit genügend zu beschreiben. H.

und die durch die Pfandkeile an die Pfähle dicht herangetrieben werden. Durch diese Keile erhält man einen Raum zum neuen Anstecken der Pfähle, die mit großen eisernen Fäusteln niedergetrieben werden. Um das Treiben der Pfähle zu erleichtern, werden dieselben unten zugeschärft. — In der Mitte des Schachtes wird ein Vorgesümpfe vorgerichtet, welches durch ein nach Jöcher-Art construirtes kleines Geviere gebildet wird, um welches rund herum Pfähle angesteckt und niedergetrieben werden. — Die Schachtzimmerung wird dann später noch durch Einziehen von Wandruthen gesichert.

Wenn die Zimmerung eines Schachtes faul geworden ist, so muß sie ausgewechselt werden, wobei die Tragstempel von großem Nutzen sind, indem dadurch die ganze Zimmerung in verschiedene, von einander fast ganz unabhängige und in sich selbst feststehende Theile getheilt werden, die man bei der Auswechselung nach einander vornimmt.

Es ist nun noch übrig, von der Sicherung kleiner runder Schachte durch Baumzweige, die in denselben herum gelegt werden, zu reden. Man nimmt dazu grüne Eichenzweige, die man so anbringt, daß das dünne Ende des einen dem dicken des folgenden correspondirt. Auf diese Weise federn alle mit Gewalt gebogenen Zweige, suchen ihre frühere Gestalt wieder zu erlangen, und leisten dem Drucke des Gebirges Widerstand. Diese Art des Schachtausbaues wird jedoch nur bei kleinen Schachten zur Gewinnung des Thoneisensteins im aufgeschwemmten Gebirge (bei dem sogenannten Duckelbau) und bei einigen Mergelgruben in der Normandie angewendet, ist aber auch bei der kurzen Dauer der Baue und bei der geringen Weite der Schachte hinreichend. In den Bleibergwerken von Bedrin wendete man sie sonst bei Schachten an, die 30 Zoll weit und zuweilen 50 Lachter tief waren.

Im folgenden Abschnitte, bei der Wasserhaltung, kom-

men wir noch einmal auf eine Art der Schachtzimmerung, auf die hölzerne Verdämmung der Schachte zur Abhaltung der Wasser (Cuvelage), zurück.

Von der Stempel- oder Kasten-Zimmerung.

Weiter oben bei dem Försten- und Strossenbau ist auseinandergesetzt, wie diese Art des Abbaues es erforderlich mache, daß die gewonnenen Berge unter oder hinter dem Arbeiter auf eine Art Gerüste gestürzt würden, die man Förstenkasten nennt. Es geschieht dieß, theils um die Baue und die Arbeiter zu sichern, theils auch die gewonnenen Berge versetzen zu können. Die Stücken Holz, welche alle diese Berge halten müssen, heißen Stempel, die vom Liegenden zum Hangenden quer über den Gang in Bühnlöchern liegen, und auf dieselbe Weise angebracht werden, wie die Tragstempel bei der Schachtzimmerung, nur mit dem Unterschiede, daß man sie nicht rechtwinklig auf's Liegende setzt, und stärkeres Holz anwendet. Die Erfahrung hat bewiesen, daß ein auf diese Weise vorgerichteter und mit einem Anpfahl versehener Stempel dem Druck der Berge den möglichst größten Widerstand leistet. Bauet man auf einem Gange, der Verengungen und Erweiterungen zeigt, so muß man offenbar die Verengung wählen, um einen Stempel anzubringen, weil alsdann ein Theil der Berge von dem Gestein selbst getragen wird.

Ein je stärkeres Fallen ein Gang hat, und je mehr sich dasselbe der Senkrechten nähert, desto stärker müssen die Kasten sein; denn man wird, wenn man einen Blick auf Fig. 5 und 6. Taf. IX. wirft, leicht einsehen, daß der Kasten Fig. 5. die ganze, der Fig. 6. aber nur die Hälfte der Last zu tragen hat. Da die Körper stets senkrecht auf den Horizont drücken, so ruht nur das Dreieck A auf dem Stempel C, das Dreieck B aber gänzlich auf dem Liegenden des unter 45° fallenden Ganges. Man sieht

wirklich, daß von acht Bergesäulen nur die 1, 2, 3, 4 auf den Kasten, die 5, 6, 7, 8 aber auf das Gebirge drücken.

Um einen Begriff von dem Gewichte zu geben, welches die söhlig liegenden Stempel zu tragen haben, nehmen wir an, daß der Gang 6 Fuß mächtig, und die auf dem Kasten ruhende Bergemasse auch 6 Fuß hoch sei. Wir nehmen ferner an, daß der Kasten 30 Fuß lang sei, und von 20 Stempeln getragen werde. Man findet daher, wenn man $6 \times 6 \times 30$ multiplicirt, $= 1080$ Kubikfuß. Nimmt man nun das Gewicht eines Kubikfußes Berge, der leeren Räume wegen, zu 100 Pfund an, so wiegt die 6 Fuß mächtige, 6 Fuß hohe und 30 Fuß lange Bergemasse 108000 Pfund, und jeder der zwanzig Stempel hat daher 5400 Pfund zu tragen. Nun wissen wir, daß ein 6 Fuß langes und 7 Zoll im Quadrat starkes Stück Eichenholz ungefähr 29000 Pfund zu tragen im Stande ist: man könnte also nach dem Kalkül in dem obigen Falle die Anzahl der Stempel vermindern, oder ihnen geringere Dimensionen geben. Man muß aber wohl berücksichtigen, daß die Stärke des Holzes, der Veränderung wegen, die es von dem Augenblick an, da es liegt, erleidet, vermindert wird.

Da sich die Hölzer im Innern der Grube unmerklich zersetzen, und der Druck fast immer derselbe bleibt, so ist es nöthig, stets stärkere Hölzer zu nehmen, als man in dem Augenblicke des Kastenschlagens bedarf. Auch ist es gut, söhlig liegende Stempel auf die Art zu verstärken, wie es Fig. 5. zeigt. Zwischen den beiden sparrenartig gesetzten Streben oder Bolzen können sich dann die Arbeiter bewegen.

Bei den mächtigen Oberharzer Gängen wendet man auf den über 3 Lachter weiten die in Fig. 13. Taf. X. abgebildete Art der Kastenzimmerung, dort Stempelzug genannt, an; sie hat in gewisser Hinsicht Aehnlichkeit mit

der sogenannten Sparrenzimmerung *). Unmittelbar an das Hangende werden die Anpfähle g gelegt, die theils gespalten, theils an der einen Seite beschlagen sind. Ist im Hangenden, wo die Anpfähle angesetzt werden, eine Höhlung, so wird diese mit Pfändholz ausgefüllt; ist aber das Hangende nicht fest, so wird dasselbe vorher mit Pfählen verwahrt, und vor diese werden die Anpfähle gesetzt. Die Stempel a werden nun gegen das Liegende und gegen die Anpfähle gelegt. Zur Verstärkung erhalten sie einen Unterzug b, welcher durch Bolzen c und durch Streben d unterstützt wird. Auf die Stempel werden die Zulegstangen f gedeckt, und über diese zuweilen in der Quere noch einmal eine Lage. Die Unterzüge und die Streben bleiben zuweilen weg, und die Stempel werden in der Mitte nur durch Bolzen unterstützt, die, wenn die Sohle nicht fest ist, in Grundsohlen eingezapft werden. Auf einer Länge von $1\frac{1}{2}$ Lachter legt man gewöhnlich zwei Stempel (Hauptstempel); wollen sie brechen, so legt man Hülfs- oder Einstrichstempel dazwischen.

Die Zimmerung ist ohne Zweifel das einfachste und rascheste Mittel, um dem Druck des Gebirges Widerstand zu leisten, allein es ist nicht immer das wohlfeilste. In England, wo das Holz außerordentlich theuer ist, greift man daher nur im äußersten Nothfalle zur Zimmerung; Bergeversetzung und Mauerung, sowohl mit Bruch- als Ziegelsteinen, sind dort die gewöhnlichen Mittel des Grubenausbaues. Jedoch bemerkt man in den Bergwerken von Dudley einige Thürstöcke von unbehauenem Fichtenholz aus Norwegen, deren Kappen keine Einschnitte haben.

Dieß wäre nun alles, was wir hier über die Grubenzimmerung sagen könnten; jedoch erleidet sie eine große Menge von Abänderungen, die durch die örtlichen Verhältnisse, durch den einmal eingeführten Gebrauch ꝛc. be-

*) Zusatz des Unterzeichneten. H.

dingt werden. Zu Ende dieses Abschnittes werden mehrere Schriften zum weitern Studium dieses für den Bergmann so wichtigen Gegenstandes aufgeführt werden *).

Zweite Abtheilung.

Von der Grubenmauerung.

Wo das Holz sehr theuer ist, wo dagegen in den Gruben oder in deren Nähe gute Mauersteine vorhanden sind, wo man einen Förderschacht oder einen tiefen Erbstollen auszubauen hat, die viele Jahre stehen müssen, darf man nicht lange wählen, sondern muß der Mauerung offenbar den Vorzug geben, die freilich große Kosten verursacht, allein durch ihre große Dauerhaftigkeit dennoch wohlfeiler als alle Arten der Zimmerung ist.

So wie die Grubenzimmerung ihre Eigenthümlichkeiten hat, so auch die Mauerung; denn ich rede hier nicht von den Pfeilern und Mauern, die man zuweilen zur Sicherung der großen Weitungen in den unterirdischen Steinbrüchen aufzuführen genöthigt ist, indem dieselben auf die gewöhnliche Weise angefertigt werden.

Von der Streckenmauerung.

Die Mauerung einer Strecke oder eines Stollens ist entweder theilweis oder vollständig, je nachdem das Gestein entweder im Liegenden und im Hangenden, oder blos im Hangenden, aber von allen Seiten brüchig und druckhaft ist. Ist blos Förstendruck vorhanden, so ist nur ein ein-

---

*) Es fehlt an einem guten Werke über die Grubenzimmerung; hoffentlich wird aber der Bergsecretair Herr Dr. Zimmermann zu Clausthal diesem wichtigen Gegenstand in seiner (vollständigern) „Bergbaukunde" die erforderliche Aufmerksamkeit schenken, zumal, wie schon bemerkt, am Oberharze die Zimmerung sehr vollkommen ist. H.

facher Bogen erforderlich, und dieser wird denn auch häufig bei den Förstenkasten angewendet. Fig. 1. Taf. X. zeigt ein Gewölbe, das auf der einen Seite auf dem Gestein ruht, Fig. 2. dagegen eine ganze Mauerung, Fig. 14. eine ganze elliptische Mauerung, deren unteres Ende der großen Achse zur Wasserseige dient. Man findet diese Art der Streckenmauerung auf Stollen in Ungarn und Sachsen, besonders an den Mundlöchern. Gewöhnlich sind Bruchsteine von gehöriger Größe zur Grubenmauerung hinreichend; ist aber Seitendruck vorhanden, so muß man den Seitenmauern etwas Böschung, von der Sohle bis zum Gewölbe, geben (Fig. 2.). Zu dem Gewölbe müssen stets die größten Steine genommen, und dieselben etwas behauen werden, besonders die Schlußsteine.

Der Schlußstein kann nicht, wie bei der Construction eines gewöhnlichen Gewölbes, von oben nach unten eingelegt werden, indem es dazu zwischen der äußern Rundung des Gewölbes und dem Gestein an Platz fehlt, sondern er muß von hinten nach vorn zu eingeschoben werden.

Ist das Gebirge sehr naß, so siekert das Wasser zwischen den Steinen durch, und man muß sie aus diesem Grunde in hydraulischen Mörtel legen. Sehr einfach und wohlfeil ist die Mauerung mit Moos, indem man zwischen jeden Stein eine genügende Lage davon legt.

Es muß hier bemerkt werden, daß nicht alle Moose gut, und daß man die wählen müsse, die sehr ästig und gelblichgrün sind, dagegen aber die grünen, federartigen und kurzen verwerfen *).

Platte Steine sind allen übrigen vorzuziehen, indem sie besser und schneller hingelegt werden können. Man wendet sie in Sachsen nnd auch am Harze zur Trockenmauerung an. Daher sind die Schieferarten und die blättrigen

*) Hypnum und Sphagnum faulen nicht, dagegen aber Bryum.

H.

Felsarten weit besser zu diesem Zweck, als Sandstein, Granit ꝛc. Hin und wieder wendet man jedoch auch diese massigen Gesteine an.

Will man eine ganze Strecke oder einen ganzen Stollen in Mauerung setzen, so muß man zuvörderst die Seitenmauern oder Widerlagen, bis zu den Bogen, eine gewisse Strecke lang aufführen, und die Wölbung erst dann anfangen, wenn die Arbeiter, welche den ersten Theil der Arbeit ausführen, ein oder mehrere Lachter vorgegangen sind. Ohne diese Vorsicht hindern sich die Arbeiter, die Materialien füllen die Strecke ganz aus, und die Arbeit hat einen schlechten Gang. Verfährt man aber, wie bemerkt wurde, so errichtet man auf den Seitenmauern ein Gerüst, auf welches man die Materialien zum Gewölbe bringt, und die Strecke kann alsdann passirt werden.

Die Schablonen, über welche das Gewölbe gemauert wird, müssen so eingerichtet sein, daß man sie bequem wegnehmen kann, wenn das Gewölbe vollendet ist. Sie dürfen nicht länger als zwei Fuß sein, ruhen auf vier Stützen, und werden durch Keile befestigt. Auf dieses Gerüst bauet nun der Maurer sein Gewölbe, da er aber nicht immer auf dasselbe steigen kann, so müssen die Schlußsteine von vorn nach hinten eingeschoben werden. Mauert man mit Mörtel, so kann man die Schablonen nicht eher wegnehmen, bevor derselbe hart geworden ist, weshalb man andere einziehen muß. Bei der Trockenmauerung können die Schablonen aber weggenommen werden, sobald der Schlußstein eingesetzt worden ist.

Man muß nicht alle diese Gewölbtheile mit einander verbinden; die Römer haben uns gezeigt, daß dieß keinen Einfluß auf ihre Festigkeit hat, und daß ihre Reparatur bei weitem leichter ist.

Wenn man zur Grubenmauerung Ziegelsteine anwendet, wie es in England und auch in andern Ländern, nicht bloß bei der Strecken-, sondern auch bei der Schachtzim-

merung der Fall ist, so muß man die Gewölbsteine nach bestimmten Formen anfertigen lassen. Allein bei diesen gebrannten Steinen muß stets Mörtel gebraucht werden. Wo es trocken ist, kann man Gips dazu nehmen. Man wird jedoch leicht einsehen, daß die Ziegelsteine nicht überall angewendet werden können; man muß sie bei den Gruben selbst und mit wohlfeilem Brennmaterial, am besten mit den sonst gewöhnlich werthlosen, kleinen oder Staubkohlen, brennen können. Muß man sie weit herbeischaffen, so sind sie zu theuer.

Muß man den Seitenmauern eine Böschung geben, so rathe ich, in den Strecken und gegen die Seiten zwei Tafeln anzubringen, die durch vier eiserne Stangen in der gehörigen Lage erhalten werden. Zwischen ihnen und den Stößen der Strecken bleibt dann der gehörige Platz, um die Ziegelsteine einzulegen.

Die Arbeit ist freilich auf diese Weise nicht ganz bequem; allein die Maurer haben auch nicht nöthig zu lothen, oder das Richtscheit anzulegen, sondern sie haben weiter nichts zu thun, als die Steine gehörig hinzulegen, und den Raum hinter denselben mit Bergen zu versetzen, so daß die Arbeit rasch vorrückt. Um die Tafeln an einen andern Platz zu bringen, braucht man nur die Stangen, welche stark genug sein müssen, um als Streben zu dienen, auszuhaken. Fig. 4. Taf. X. giebt einen Begriff von dieser Vorrichtung, die auch eben so gut zur Aufführung senkrechter Mauern benutzt werden kann.

Die in den Queckſilberbergwerken zu Idria in Krain in Anwendung stehende sogenannte Gurtmauerung besteht aus vollkommen elliptischen, 1 Fuß breiten und 1 bis 2 Fuß von einander entfernten Gewölben von Ziegelsteinen und Kalkmörtel.

An einigen Orten führt man nur Seitenmauern auf, und legt Kappen darüber her, und über diese Pfähle. Ein solches Verfahren ist von Duhamel dem Jüngern in der

Stein=

Steinkohlengrube zu Litry, unweit Caen, im Calvados-Departement, angewendet *). Man mußte hier durch zu Bruche gegangene alte Baue brechen, um die von den Vorfahren stehen gelassenen Kohlen abzubauen. Auch an einigen Orten in Ungarn findet man solche Streckenmauerung, die manche Vortheile gewährt.

Wir machen noch einige allgemeine Bemerkungen über die Streckenmauerung **). Hinsichtlich der Form unterscheidet man: 1) die Scheibenmauern und 2) die Gewölbe. Unter einer Scheibenmauer versteht man eine durch ebene Seitenflächen begrenzte Mauer, bei welcher die Steine parallele Lagen haben; sie wird nur auf Strecken, höchst selten in Schachten angewendet. Ein Gewölbe ist eine Mauer mit zwei krummen Flächen; man wendet bei der Grubenmauerung vorzüglich nur die Tonnengewölbe an. Aber die bei dem Bergbau erforderlichen Gewölbe sind immer stärker als die der Civilbaukunst, indem sie ungleich größere Lasten zu tragen haben. Man unterscheidet ganze, halbe und Stücken-Mauerung, von denen erstere am wenigsten vorkommen.

Man unterscheidet die Mauerung auf seigern und auf flachen Strecken. Die Richtung der Sehne wird bei jedem Streckengewölbe vorzüglich nach der Art des dadurch abzuhaltenden Drucks bestimmt, und es sind folgende Fälle zu unterscheiden: 1) Ist der Druck senkrecht, so legt man die Sehne horizontal, und nimmt eine volle Curve zum Bogen. 2) Ist der Druck flach, d. h. halb von einer Seite und halb aus der Förste, so legt man die Sehne auch flach, aber so, daß sie rechtwinklig mit der Richtungslinie des Drucks fällt. 3) Ist der Druck horizontal oder Seitendruck, so giebt man der Sohle eine senkrechte Lage. Ist auf einer seigern Strecke Hangen-

---

*) Annales des Mines. Tom. V. p. 363.

**) Zusatz des Uebersetzers. H.

des und Liegendes fest, aber in der Förste ausgehauenes Feld, wie z. B. bei Förstenbauen, so nimmt man einen stehenden Bogen, entweder einen vollen Halbkreis oder eine Kettenlinie, um dem Förstendruck zu entgegnen, und nennt das Gewölbe ein Förstengewölbe. Ist die Strecke sehr weit, so legt man ein gedrücktes oder flaches Gewölbe oder einen Kreuzbogen an. — Ist das Hangende oder Liegende gebräch, so daß man keine Widerlagen anbringen kann, so schlägt man, wie schon weiter oben dargethan wurde, entweder einen Bogen von der Sohle der flüchtigen nach der Förste der haltbaren Seite, oder man führt auf der unhaltbaren Seite eine senkrechte Scheiben- oder Widerlagen-Mauer auf, und bringt darauf ein Gewölbe an. Ist das Gestein auf der Sohle nur an einigen Stellen fest, an den übrigen aber brüchig, so schlägt man in gehörigen Entfernungen Erdbogen.

Sind außer der Förste auch das Hangende und Liegende nicht fest, so muß man auf beiden Seiten Widerlage-Mauern aufführen. Ist außerdem auch die Sohle unganz, so hat man dreierlei Hülfsmittel, um sie fest zu machen. Man lege entweder große Platten oder Widerlage-Steine auf die gebräche Sohle, und führe auf diesen die Scheibenmauern auf; oder man bringe unter der Sohle ein verkehrtes Gewölbe an, nachdem man dieser zuvor eine angemessene concave Fläche gegeben hat, und setze auf dieß Gewölbe die Scheibenmauern; oder endlich, man lege unter der Streckensohle Spannbogen, von dem Hangenden zum Liegenden, an, setze Erdbogen darauf, und auf diese die Seitenmauern. Spann- und Erdbogen müssen hinterher wieder verstürzt werden. Ist jedoch gar kein festes Gestein zu finden, so wendet man die ganze elliptische oder parabolische Mauerung an.

Bei flachfallenden Strecken kommt die Sehne des Bogens nie horizontal zu liegen, sondern immer mehr aufgerichtet, und zwar aus gleichem Grunde, wie der Stempel

bei der Zimmerung auf flachen Strecken, indem man nicht nur den senkrechten, sondern auch den Seitendruck abzuhalten hat. Eben diese Ursachen machen es nothwendig, selten den vollen Zirkel, sondern fast immer nur ein Bogenstück, und je stärker der Druck aus dem Hangenden zu befürchten ist, einen desto mehr gedrückten Bogen, ja häufig die Ellipsen und die Kettenlinie zu wählen. Soll nur die Förste einer flachen Strecke verwahrt werden, so stellt man ihr ein Gewölbe entgegen, dessen Sehne rechtwinklig auf dem Fallen des Ganges steht. Jedoch wird man füglicher einen gedrückten Bogen, als einen vollen Zirkel nehmen. Ist neben der Förste auch das Hangende feige, so schlägt man entweder von der Sohle des flüchtigen Hangenden nach der Förste des haltbaren Liegenden ein Gewölbe, oder man führt im Hangenden eine starke senkrechte Seitenmauer auf, versetzt den leeren Raum dahinter mit Bergen, und spannt in die Förste einen Bogen. — Hat man Förste und Liegendes zu verwahren, so wird im Liegenden eine senkrechte Scheibenmauer aufgeführt, und ein Gewölbe nach dem Hangenden angeworfen. — Ist von dreien oder von allen Seiten Druck vorhanden, so hilft man sich mit den bei den seigern Strecken angegebenen Mitteln.

Von der Schachtmauerung.

Hierbei unterscheidet man zuvörderst die Mauerung in seigern und in flachen Schachten; wir betrachten zuerst jene.

Zwar kann man jeden viereckigen Schacht ausmauern, sinkt man aber einen neuen Schacht ab, und hat man sogleich die Absicht, ihn in Mauerung zu setzen, so muß man ihn schon aus diesem Grunde oval oder rund machen, indem ebene Mauern dem Drucke des Gebirges nur einen geringen Widerstand leisten, dagegen bekanntlich Bogen dieses im vollkommensten Maaße thun.

Will man aber die faul gewordene Zimmerung eines viereckigen Schachtes durch Mauerung ersetzen, so muß man wenigstens eine jede der vier Mauern bogenförmig machen, und die Winkel abrunden, um dem Druck einen größern Widerstand entgegensetzen zu können, als es flache und senkrechte Mauern thun. Diese Operation, welche, wenn die Zimmerung in sehr schlechtem Zustand ist, große Schwierigkeiten hat, macht es nöthig, daß man mit ihr von dem Tiefsten ab in die Höhe geht, und daß man die alte Zimmerung stark unterstützt, je nachdem man die Tragstempel und Jöcher wegnimmt, und die Mauerung sich erhebt.

Mauert man aber einen Schacht aus, indem er abgeteuft wird, und indem man mächtige Lager durchsinkt, die sehr röllig sind, und gar nicht ohne Ausbau stehen, so greift man zu andern Mitteln, um die schon fertige Zimmerung zu stützen, wie wir sogleich sehen werden.

Die länglich viereckigen Schachte sind die bequemsten in ihrer Anwendung; allein ihre Mauerung verursacht weit mehr Schwierigkeiten als die der runden, welche dagegen nicht den passenden Raum gewähren wie jene. Um daher von den Vortheilen der einen sowohl als der andern zu profitiren, thut man am besten, ovale Schachte anzuwenden, sobald Förderschacht, Fahr- und Kunstschacht in einem einzigen vereinigt werden müssen.

Die Mauerung eines 9 Fuß langen und 5 Fuß weiten ovalen Schachtes (Fig. 4. Taf. IX. und Fig. 5. Taf. X.) ist zu Lardin im Dordogne-Departement folgendermaßen ausgeführt worden: Nachdem man die Dammerde durchsunken, und den Kohlensandstein in geringer Teufe angetroffen hatte, ebenete man die Oberfläche dieses Gesteins, und fing an, eine Mauerung bis auf einen Fuß unter dem Niveau der Schachtöffnung aufzuführen. An diesem Punkte bedeckte man diese Mauerung mit Platten, die behauen und an der vordern Seite abgeschrägt waren, so daß die

Schachtöffnung ungefähr einen Fuß enger wurde (Fig. 4. Taf. IX.).

Um den ganzen Schacht herum bilden die Steinplatten einen großen Gang, der, da er etwas nach außen zu abfällt, dem aus den Tonnen darauf gegossenen Wasser einen schnellen Abfluß verschafft, und auch das Wegstürzen der Berge erleichtert *). Der Zweck des durch die Platten, ganz um die Oeffnung des Schachtes, gebildeten Vorsprungs ist der, den Ausgang der Tonnen für die Arbeiter, welche dieselben aufhalten und ausstürzen müssen, zu erleichtern. Wenn die Tonne nach der Reibung, die sie an dem Vorsprunge erlitten hat (wodurch sie dem Mittelpunkt des Schachtes sich zu nähern genöthigt ist), und nachdem sie ganz in die Höhe gekommen, wieder ihre lothrechte Stellung annimmt, so befindet sie sich fast ganz außerhalb des Schachtes, und steht auf den Platten, so daß sie ganz bequem ausgestürzt werden kann. Dieses so einfache Mittel erspart den Stürzern viel Mühe.

Nachdem nun auf diese Weise die Mauerung am obern Theile des Schachtes vollendet worden war, so fuhr man mit Abteufen durch die festen und brüchigen Gebirgsschichten fort. Sobald man in diese letztern kam, grub man einen Fuß breit ringsum ein, und setzte auf die nächste Sandsteinschicht eine Mörtel-Mauerung, die man bis auf die folgende feste Gebirgslage in die Höhe führt, wobei man besonders auf die Wahl guter Steine zu sehen hatte, die entweder beim Abteufen des Schachts selbst, oder über Tage gewonnen worden waren. Als man auf sehr mächtige

---

*) Obgleich man die Oeffnung eines Schachtes stets einen oder zwei Lachter über dem Niveau des Gebirges aufsatteln muß, schon um das Einladen in die Wagen oder Hunde zu erleichtern, so muß man doch auch oft außerhalb des Mauerwerks eine Pflasterung anbringen, um das Eindringen des Regenwassers in den Schacht zu verhindern. H.

Lager eines zersetzten oder losen Schiefers gelangte, und man es nicht ganz zu durchsinken vermochte, ehe man eine folgende feste Schicht traf und auf diese die Mauerung setzen konnte, sah man sich genöthigt, in der Richtung der großen Achse zwei volle Bogen zu schlagen, die sich an den Enden dieses großen Durchmessers an einander schlossen. Man machte sie wenigstens zwei Fuß stark, und construirte sie von ausgesuchten platten Steinen, die auf die hohe Kante gesetzt wurden, und nachdem sie gehörig befestigt worden waren, führte man darüber die gewöhnliche, einen Fuß starke Mauerung auf, und zwar bis unter die nächste feste Schicht. Darauf fuhr man mit Absinken weiter fort, bis daß man auf eine neue Sandsteinschicht gelangte, auf welche man dann die Mauerung setzte, die man bis unter die oben erwähnten Bogen führte, welche, da sie zweimal tiefer in das Gebirge nieder gingen als die ganze übrige Mauerung, niemals dem Einsturz ausgesetzt waren, als man sie von unten ab wegnahm. Dieß war die einzige Schwierigkeit, auf die man bei dieser Schachtmauerung stieß, die auf gleiche Weise 40 Lachter tief fort- und durch keine besonders geübten Bergleute und Maurer ausgeführt wurde.

Der Schachtscheider, welcher den Förderschacht von dem Fahr- und Kunstschachte trennt, besteht zuweilen aus Mauerwerk; ich gebe aber einem hölzernen den Vorzug, weil er halb so viel Platz einnimmt und weit wohlfeiler als eine Mauer mit zwei ebenen Flächen ist, die auch wegen ihrer geringen Stärke sehr sorgfältig angefertigt werden muß. Auch hält es sehr schwer, sie mit dem festen Gestein der unausgemauerten Theile der Schachte in Verbindung zu bringen, und da der Scheider auch oft zur Wetterführung dient, und die geringsten Oeffnungen dabei nachtheilig sein würden, so wird man einsehen, daß Mauerwerk weit weniger gut als eine Bretterwand ist. Aus allen Gründen ist daher zu einer solchen zu rathen; allein da zu berücksichti-

gen ist, daß sie einst ausgewechselt werden müsse, so muß man die Bretter zwischen die platten Steine einfugen, um sie ohne Schwierigkeit herausnehmen und durch andere ersetzen zu können.

Die Mauerung eines runden Schachtes hat nicht mehr und nicht weniger Schwierigkeiten als die eines ovalen, wie wir sogleich sehen werden. — Von den Steinen, dem Mörtel, dem Moos ꝛc. gilt dasselbe, was wir oben bei der Streckenmauerung gesagt haben.

Bei Lüttich und in England bedient man sich seit langer Zeit zur Schachtmauerung der Ziegelsteine, und da diese Arbeit bei weitem weniger Mühe macht, als die mit Bruchsteinen, so ist die Methode auch in Frankreich und in andern Ländern eingeführt worden. Wir geben die Beschreibung einer Schachtmauerung, wie sie zu Fins in Frankreich ausgeführt worden ist *).

Die Ausmauerung geschah in dem Maaße, als man den Schacht abteufte, und ohne Anwendung einer verlornen Zimmerung. Man ging so tief nieder, als es die Festigkeit des Gesteins erlaubte, und fing an zu mauern, als man nicht ohne Gefahr tiefer absinken konnte; darauf teufte man ab und mauerte wieder, wie man es für nöthig erachtete u. s. f.

Die einzige Schwierigkeit bestand darin, die Mauerung während des Abteufens zu unterstützen; denn in sich selbst hatte der Bau keinen Halt.

Als man eine Teufe von 3 bis 5 Lachter erreicht hatte, legte man auf die Sohle des Gesenks horizontal ein Geviere von Holz (Fig. 8. Taf. X.), das an den Ecken über einander gekappt und mit Bändern versehen war, die von dem Durchmesser des Schachtes gleich weit abstehen. Das Geviere war etwas enger als der Schacht, wie die

---

*) Entlehnt aus einem Aufsatze von Guillemin in den Annales des Mines, Tom. XIII. p. 85. H.

Fig. 8 zeigt, jedoch so, daß dadurch die Förderung nicht behindert wurde.

Auf dieses Geviere, dessen Ecken soviel als möglich in das Gestein hinein reichten, wurde ein runder Kranz oder Rost gelegt, der genau so weit wie der Schacht, und aus übereinander gelegten platten Bohlenstücken angefertigt war. Auf diesem Rost wurde nun die Ziegelmauerung bis zur Schachtöffnung in die Höhe geführt, woselbst man ein anderes, weit größeres Geviere auf die Oberfläche des Gebirgs legte, dessen Enden weit hinaus reichten, und dazu dienten, mittelst Ketten und hölzernen und eisernen Latten das untere Geviere und das ganze auf demselben ruhende Mauerwerk zu tragen.

Nachdem dieß geschehen war, konnte man wieder ohne alle Gefahr abteufen, wobei man jedoch die nöthige Vorsicht anwendete, unter dem Geviere Gebirge stehen zu lassen, und dem Schachte nun nach und nach die ganze Weite zu geben. Diese Art von Kranz, welche man unter dem Geviere stehen ließ, unterstützte zum Theil das oberhalb befindliche Mauerwerk, weshalb man ihn nur nach und nach wegnahm, als man mit dem zweiten Satze Mauerwerk bis dahin gelangte.

Die Teufe, bis zu welcher man ohne Gefahr und ohne Mauerwerk niedergehen konnte, wechselte mit der Festigkeit der Gebirgsschichten; die geringste betrug, in dem zerreiblichen Schieferthon, 1 Meter. Alsdann wurde ein runder Rost auf die Sohle gelegt, darauf die Mauer aufgeführt, und zwischen die letzte Schicht Steine und das darüber liegende Geviere hölzerne Keile getrieben, der Rost aber mit dem Geviere durch Bretter, die an beiden Enden angenagelt wurden, fest verbunden, wie die Fig. 7. deutlich zeigt.

Wenn man beim Abteufen auf eine feste Gesteinschicht kam, so benutzte man dieselbe, um den ganzen obern Theil des Schachtes darauf ruhen zu lassen, indem man ein Ge-

viere, dessen Enden so weit als möglich in das Gebirge reichten, darauf legte. Das feste Gebirge ließ man ohne Mauerung stehen.

Ein Fehler bei dieser Schachtmauerung ist die Anwendung der vielen hölzernen Geviere und Roste, die mit der Zeit faul werden, und dann nur mit großen Schwierigkeiten ausgewechselt werden können. In England wendet man bei ähnlichen Operationen eiserne Kränze an, die auch nicht so kostbar sind, um deshalb nicht genommen werden zu dürfen. Zu Dudley, zu Newcastle ꝛc. haben die Schachte 6 Fuß Durchmesser; sie sind rund, und das Ziegelstein-Mauerwerk ruhet auf eisernen, ungefähr 2 Zoll im Durchschnitt starken Kränzen, die drei, auch vier Fuß weit aus einander liegen. Sie sind aus mehrern Stücken zusammengeschroben (Dufrenoy).

Zuerst wendete man behauene Sandsteine zu Fins an, die jedoch sehr kostbar und wenig haltbar waren, weshalb man sie bald mit Ziegelsteinen vertauschte. Den dazu erforderlichen Thon fand man in der Nähe der Gruben. Man konnte jedoch nur die gut gebrannten Steine anwenden, wenn man versichert sein wollte, daß die Mauern die gehörige Festigkeit erhielten.

Da, wo das Gebirge sehr brüchig und röllig ist, werden die in Fig. 9. Taf. X. abgebildeten Steine angewendet. Sie haben eine keilförmige Gestalt, sind 8 Zoll lang, in der Mitte 4 Zoll breit, und 3 Zoll stark.

Im festern Gebirge, im trocknen Schiefer, sind die Steine breiter und weniger lang, wie Fig. 10. Ihre Breite beträgt 8 Zoll, die Länge 4 Zoll, und die Stärke 3 Zoll. Die Stärke der Mauer im brüchigen Gebirge beträgt daher 8 Zoll, und im festern nur 4 Zoll.

Der Mörtel wurde mit großer Sorgfalt angewendet; der Sand und der von selbst an der Luft gelöschte Kalk wurden beide durch ein Sieb geworfen, und in dem ge-

hörigen Verhältniß mit einander vermengt, und das Gemenge erst im Augenblick des Gebrauchs mit Wasser eingerührt, worauf der Mörtel sehr fest wurde.

Fast immer bleibt zwischen der Mauer und den Schachtwänden ein leerer Raum, der sorgfältig mit Bergen, sobald man Wasser abzuhalten hat, aber mit Thon ausgefüllt werden muß.

Bei dem Schachtbetriebe in einem rölligen Gebirge ist es oft der Fall, daß sich hinter einem früher aufgeführten Stück Mauerwerk leere Räume bilden, und da man sie nicht ganz verhindern kann, so beeilt man sich, das Wenige, was man ausgehöhlt hat, selbst nur Theile von der Peripherie, in Mauerung zu setzen, darauf den leeren Raum durch ein in der Mauer befindliches Loch auszufüllen, ehe jener zu groß wird. Ohne diese Vorsicht kommt der Schacht aus seiner senkrechten Lage, indem der Druck nicht von allen Seiten gleich ist.

Wenn mit Bruchsteinen gemauert wird, so muß man dahin sehen, daß die Zwischenräume nicht mit so vielen kleinen Steinchen ausgefüllt werden, indem dieselben durchaus nichts zur Festigkeit der Mauer beitragen, sondern leicht herausfallen, oder durch das Wasser herausgewaschen werden.

Wenn Wasser zu einer aus Ziegelsteinen aufgeführten Schachtmauerung gelangen kann, so wird es solche bald zerstören, weshalb man dieselben mit großer Sorgfalt zu entfernen suchen muß. Kommen die Wasser nur an einem oder an wenigen Orten hervor, so ist es sehr zweckmäßig, eine Rinne in das Gestein zu hauen, und sie mittelst einer Röhre durch die Mauer zu leiten, um sie einem Stollen oder einer Wasserhebungsmaschine zuzuführen. Kommen die Wasser aber aus vielen Theilen des Gebirges hervor, wie dieß am häufigsten der Fall ist, so kann das obige Mittel nichts helfen. Zu Fins führt man die abgefangenen Wasser mittelst aufgedreheter Seile auf die Sohle

des Schachtes, und verhindert durch dieses einfache Mittel, daß sie sich in Regen auflösen und die Arbeiter behindern.

Ehe wir uns nun zur Mauerung der flachen Schachte wenden, ist es nöthig, erst Einiges über die Senkmauerung, die jedoch nur selten in Anwendung kommt, vorzutragen. Sie findet im sogenannten schwimmenden Gebirge statt, und ist auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz öfter ausgeführt *); auch beim Betriebe des Tunnels zu London wurde der weite Schacht auf diese Weise niedergebracht **). Das Verfahren dabei ist im Allgemeinen folgendes: Zuvörderst wird ein viereckiger Schacht einige Lachter tief abgesunken und in Getriebe gesetzt. Auf die Sohle dieses Schachtes wird nun ein aus eichenen Bohlen angefertigter runder Kranz oder Rost gelegt, und an dessen äußere Peripherie werden Latten genagelt, deren obere Enden mit einem zweiten, aber schwächern Rost verbunden werden. Der Raum zwischen beiden Rosten wird nun ausgemauert, und dann zur Senkarbeit geschritten. Zu dem Ende macht man in der Sohle erst einen Sumpf, und schrämt dann den Rost los, worauf er sich mit der Mauer senkt. Viel Schwierigkeiten macht es dabei, die Mauer immer senkrecht zu erhalten, da sie durch nicht ganz reguläre Schichten auf der einen Seite leicht Flucht bekommt, und in schiefe Richtung gelangt. Ist die Mauer eingesenkt, so wird der folgende Rost mittelst Latten mit dem zweiten verbunden, mit der Mauerung und der Senkarbeit fortgefahren, und die ganze Arbeit so lange wiederholt, bis man auf festen Letten oder andere feste Gebirgsschichten kommt, und das Schachtabsinken und die Mauerung in der gewöhnlichen Art statt finden.

---

*) Thürnagel in Karsten's Archiv, Bd. IX. S. 168.

**) Fischer, Fragmente aus dem Tagebuch dreier nach London ꝛc. gemachten Reisen. Stuttgart, 1829. S. 8. H.

Bei der Mauerung flacher oder tonnlägiger Schachte unterscheidet man hauptsächlich zwei Hauptarten: 1) die mit überspringenden Bogen, 2) die Kellerhals-Mauerung.

Von der erstern geben die Fig. 15 und 16. Taf. X. einen Begriff. Fig. 15 ist ein Durchschnitt nach dem Streichen des Ganges g h, indem man gegen das Hangende sieht. Fig. 16 ist dagegen ein Durchschnitt nach dem Fallen des Ganges, auf welchem der Schacht abgeteuft worden ist; m ist das Liegende des Ganges; k das Hangende desselben; n die überspringenden Bogen, welche auf den kurzen Stößen des Schachtes ruhen. Es sind dieß lauter senkrecht über einander stehende, niedrige Scheibenmauern, welche, da sie im Ganzen keine senkrechte Fläche begrenzen sollen, über einander vorstehen, und jede für sich auf einem Bogen ruhen. Sind die kurzen Schachtstöße noch unabgebauet, und ist das Gestein haltbar, so werden die überspringenden Bogen sogleich als Spannbogen in ordentliche Widerlagen, die in den kurzen Stößen eingehauen sind, gesetzt. Ist dagegen der Gang abgebauet, oder das Gestein nicht haltbar genug, so werden in den kurzen Stößen erst senkrechte Stoßmauern aufgeführt, alsdann aber auf dieselben die überspringenden Bogen mit ihren Füßen aufgesetzt. — q Fig. 16. ist ein vom Liegenden zum Hangenden des Ganges geschlagener Bogen, welcher den Bogen n, so wie überhaupt der ganzen Mauerung zur Widerlage dient; y sind die senkrechten Mauern in den beiden kurzen Stößen des Schachtes; r gemauerter Schachtscheider; p Mauer im Liegenden.

Fällt ein Gang unter 60°, so wendet man die überhaupt weit vortheilhaftere Kellerhalsmauerung an, von welcher die Fig. 17 und 18. Taf. X. einen Begriff geben. Der Kellerhals ist ein halb liegendes, fortlaufendes Gewölbe, dessen Widerlagen entweder auf den kurzen Stoßmauern, oder auf dem festen Gestein des Liegenden, oder

auf der liegenden Schachtmauer ruhen, und dessen Stirne entweder unten auf dem Füllorte, oder wo es sich sonst anfangen mag, auf einem Hauptbogen ruhet.

Fig. 17. ist ein Durchschnitt nach dem Fallen des Ganges; Fig. 18. ein Durchschnitt nach der Linie t s der Fig. 17; s ist das Liegende des Ganges; t dessen Hangendes; r das Kellerhalsgewölbe; o Bogen im Hangenden; q Bogen, welcher der ganzen Mauerung zum Stützpunkt dient. — In Fig. 18. sieht man den Förder- und den von ihm getrennten Fahr- und Kunstschacht.

Hat der Schacht eine bedeutende Länge, und ist zugleich der Druck aus dem Hangenden sehr groß, so begegnet man dem Zusammendrücken des Schachtes um so mehr dadurch, daß man sowohl für den Förder- als auch für den Fahrschacht einen besondern Kellerhals anlegt, und sie auf dem Schachtscheider, als der gemeinschaftlichen Widerlage, gegen einander spannt.

Wie schon weiter oben bemerkt wurde, ist das Holz in England sehr theuer, weil man das Grubenholz aus Norwegen beziehen muß. Man hat aus diesem Grunde für das Holz, wo es thunlich ist, das Eisen und besonders das Gußeisen zu substituiren gesucht, da solches in England sehr wohlfeil ist. Man findet daher schon an manchen Orten gußeiserne Thürstöcke und Kappen.

Durchsinkt man Sandschichten beim Schachtbetriebe, so wendet man oft gußeiserne Cylinder an. Beträgt der Durchmesser der Schachte nicht mehr als 6 Fuß, so bestehen sie aus einem Stück; sind jene aber weiter, so bestehen sie aus vier Stücken oder Segmenten, die mittelst vorstehender Ränder an einander geschroben sind. Man setzt mehrere solcher Cylinder (Tubbing) auf einander, bis man den Sand durchsunken hat.

In den Bergwerken von Percy-Maine, die von Herrn Buddle, einem der geschicktesten Berg-Ingenieure Eng-

lands, verwaltet werden, sieht man solch einen gußeisernen Schachtausbau von 40 Fuß Höhe und 13 Fuß Weite, welcher die Stelle einer hölzernen Verdämmung ersetzt, und in einer Schicht schwimmenden Sandes, da in der Nähe der Tyne-Fluß vorbeiströmt, die gehörige Sicherung gewährt *).

Es ist uns nun noch übrig, von einem Mittel des Grubenausbaues, welches zu den besten gehört, nämlich von der Versetzung mit Bergen, das Nöthige vorzutragen. Es wird besonders in den gänzlich zu verlassenden Bauen angewendet. Beim Abbau schmaler Gänge und Lager ist auf die Bergeversetzung die größte Sorgfalt zu verwenden, um die möglichst größte Menge unterzubringen, damit man nicht nöthig hat, viel zu Tage zu fördern. Müssen dabei offene Strecken für Fahrung, Wetterwechsel ꝛc. bleiben, so müssen die denselben zugekehrten Seiten dieser Art von Mauern mit besonderer Sorgfalt und von den größten Steinen angefertigt werden, hinter welche man alsdann die kleineren Stücke stürzt. Dem Förstendrucke leisten diese Versetzungen einen sehr wirksamen Widerstand.

Der diesem Werke bestimmte Umfang erlaubte es nicht, den Grubenausbau in dem Maaße abzuhandeln, als es die Wichtigkeit dieses Gegenstandes erfordert, weshalb zum weitern Studium desselben auf folgende Schriften verwiesen wird:

Calvör's Nachrichten vom Oberharzer Maschinenwesen und andern Hülfsmitteln beim Bergbau. Braunschweig, 1763. 2. Th.

v. Cancrin's erste Gründe der Berg- und Salzwerkskunde. Frankf. a. M., 1773—91. Bd. 1.

Bericht vom Bergbau. S. 68 ꝛc.

---

*) Edinburgh Encyclopaedia. Vol. XIV. Art. Mine. p. 339.

H.

Delius's Bergbaukunst I. S. 310. 437.
Dingelstedt's Anleitung zur Grubenzimmerung. Schneeberg, 1793.
Erler's Anleitung zur Strecken- und Schachtmauerung. Freiberg, 1796.
Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Ausg. Bd. II. S. 178 u. a. v. a. O.
Bald, Edinburgh Encyclopaedia. Art. Mine. Vol. XIV. p. 333.
Freiesleben, Bemerkungen über den Harz. Bd. I. S. 74 ꝛc.
Böbert d. Aelt. in Kolbe's vermischten Abhandlungen. Quedlinburg, 1794—96. 2. Bd. S. 94.
Duhamel père, Miché et Mathieu, Journal des Mines. No. 24.
Heintzmann, in Karsten's Archiv. II. 2. S. 62. 71.
Thürnagel, daselbst. II. 2. S. 146., IV. S. 212., V. S. 3., IX. S. 153., XVIII. S. 3.
Schultz, daselbst. II. 2. S. 113. 117., V. S. 138.
Böbert d. Jüng., daselbst. XVI. S. 78.
Gätzschmann, Anleitung zur Grubenmauerung. Schneeberg. Dieses gewiß wichtige Werk ist jetzt (Februar 1830) auf Subscription angekündigt.

Ueber die Bereitung des Mörtels.

John, über Kalk und Mörtel. Berlin, 1819.
Forster, Anleitung, den Kalk und Mörtel zu bereiten. Neue Aufl. Daselbst, 1820.
Neue Versuche über Kalk und Mörtel von Vicat und Andern. Aus dem Französ. Daselbst, 1825.
Fuchs, über Kalk und Mörtel. Leipzig, 1829.

Zweiter Abschnitt.

Von der Wasserhaltung.

Eine lange Erfahrung hat bewiesen, daß im Schooße der Erde eine große Menge von kleinen Wasserströmen vorhanden sind, welche nach allen Richtungen zu fließen, und die man stets abschneidet, sobald man eine bergmännische Arbeit unternimmt.

Die Wasser, die man in geringer Entfernung unter der Erdoberfläche findet, rühren offenbar von der Infiltration des Regenwassers, ferner von dem Eindringen der Meer-, See- oder Flußwasser her. Die Quellen aber, die man einige hundert Fuß tief unter Tage trifft, scheinen ganz und gar unabhängig von den großen Wassermassen auf der Oberfläche zu seyn, und unterirdischen Reservoiren von ungeheurer Größe anzugehören, die mit den Regenwassern in keiner Verbindung stehen, deren Zustand sich auch nicht mit der Temperatur, mit den Jahreszeiten und mit der hygrometrischen Beschaffenheit der Atmosphäre verändert.

In einer großen Tiefe nehmen die Wasser ab, und scheinen eine gewisse Region, eine gewisse Linie, nicht zu überschreiten; unglücklicher Weise findet aber gerade in dieser mittlern Tiefe der meiste Bergbau statt, und wir müssen die unterirdischen Gewässer als eins der bedeutendsten Hindernisse beim Bergbaue, und häufig als Ursache seines Verfalles ansehen.

Die Mittel, die dazu angewendet werden, um das Versaufen der Bergwerke zu verhindern, lassen sich in drei Abtheilungen bringen, und bestehen in

1) dem natürlichen Abflusse,
2) Emporhebung durch Maschinen, und
3) Verwahrung durch Dämme ꝛc.

Erste Abtheilung.

Von den Wasserlosungs-Stollen.

Der natürliche Abfluß der Grubenwasser findet auf Stollen oder Wasserleitungen statt, die in den niedrigsten Theil der Thäler, unmittelbar über dem höchsten Stande der in denselben strömenden Gewässer, zu Tage ausgehen. Diese Wasserleitungen oder Wasserlosungsstollen können alle über ihnen liegende Baue von Wassern befreien, und mit allen Bergwerken einer Gegend in Verbindung stehen; auch existiren mehrere solche Stollen, die sich meilenweit ausdehnen, eine Menge von Verzweigungen oder Flügel, und viele Jahre zu ihrem Betriebe erfordert haben.

Man wird leicht einsehen, daß bei so großen Arbeiten die Staatsbehörden in's Mittel treten müssen. Da, wo wie es größtentheis in Deutschland der Fall ist, die meisten Gegenstände des Bergbaues zu den Regalien gehören, und er selbst durch die vom Staate angesetzten Beamten betrieben wird, geschieht die Treibung der großen Stollen gewöhnlich auf Kosten des Staats, weil die Gewerke selten die Mittel zu solchen bedeutenden Anlagen in Händen, und nur Abgaben dafür zu entrichten haben. Aber auch da, wo aller Bergbau im Besitze von Privatpersonen ist, müssen die Staatsbehörden häufig ihre executive Gewalt dazu anwenden, um widerspenstige Bergbautreibende zu nöthigen, ihre Beiträge zu den Kosten eines Unternehmens zu geben, von dem sie früher oder später Nutzen ziehen.

Die Nivellirung der Gebirgsoberfläche, in Beziehung auf die tiefsten Punkte der Grubenbaue, ist die erste zu unternehmende Operation, die bei der Treibung eines Wasserlosungsstollens allen übrigen vorhergehen muß. Es kann darauf nicht genug Sorgfalt und ängstliche Aufmerksamkeit verwandt werden, denn von der Richtigkeit und Genauigkeit derselben hängt sehr viel von dem guten Erfolge der großen Arbeit ab. Man muß sie daher mehrere Male,

mit verschiedenen Instrumenten und auf verschiedene Weise wiederholen, und einen mittlern Durchschnitt von den erhaltenen Resultaten nehmen.

Die Schwierigkeiten vermehren sich noch, wenn man, um den Betrieb eines sehr langen Wasserlosungsstollens zu beschleunigen, Oerter und Gegenörter treiben will, indem man entweder mittelst Schachten von Tage ausgeht, und aus deren Tiefstem mit Oertern nach zwei Weltgegenden auffährt, oder indem man nur von dem Mundloche und von den Grubenbauen, die der Stollen lösen soll, ausgeht.

Da es sehr wichtig ist, mit dem Stollen in den vom Wasser zu lösenden Gruben den möglichst tiefsten Punkt zu erreichen, so wird man leicht einsehen, daß man ihm das möglichst kleinste Ansteigen geben muß. Vernachlässigte man diese Vorsicht, so würde man bald mehrere Lachter von der einzubringenden Teufe verlieren, und diese kleine Differenz kann bei den Resultaten eine sehr bedeutende hervorbringen. Zwei Linien Fall auf ein Lachter Länge sind hinreichend für den Abfluß des Wassers, und wenn sich auf der Sohle kein Absatz bildete, so könnte man ihr noch weniger Abfall geben.

Wenn ein Wasserlosungsstollen nicht auch zu gleicher Zeit zur Förderung dient, so kann man seine Dimensionen nach allen Richtungen vermindern, muß sie jedoch aber so groß lassen, daß der Stollen überall fahrbar ist, und man alle Punkte desselben untersuchen kann. Es ist stets eine sehr übel angebrachte Sparsamkeit, einen schon in gehörigen Dimensionen getriebenen Stollen, auf welchem man seines Betriebes und der Ausförderung der Berge wegen sehr gut fahren konnte, auf einen bloßen Wasserabfluß-Kanal von einigen Zollen im Quadrat zu reduciren, welcher durch den geringsten Bruch, oder mit der Zeit durch den sich aus dem Wasser absetzenden Schlamm verstopft werden kann.

Man wird leicht einsehen, wie viel Zeit und Arbeit

dazu erforderlich sein würde, einen solchen Unfall wieder zu verbessern, indem man genöthigt sein würde, bis zu dem Sitze des Uebels vorzugehen, da man dessen Stelle nicht kennt, und daß man nicht allein einen neuen Stollen anfangen, sondern mitten in Bergen auf einem schlammigen Boden arbeiten müßte. Während dieser langen, mühseligen, und folglich auch kostbaren Arbeit können die Baue unter Wasser gesetzt werden und außer Betrieb kommen, und man hat dann wohl Ursache, es zu bereuen, dem Stollen nicht solche Höhe und Breite gelassen zu haben, daß er eine bequeme Fahrung gestattet.

Nach dem Obigen rathe ich daher, einem Wasserlosungsstollen folgende Dimensionen zu geben: Fährt man ihn im festen Gestein auf, so daß er keines Ausbaues bedarf, so gebe man ihm die Spitzbogengestalt, Fig. 4. Taf. II., wie der Stollen des Bleiberges bei Aachen zeigt; man mache ihn bis zum Schlusse des Gewölbes 5 Fuß hoch und auf der Sohle 3 Fuß breit, und mitten auf der letztern richte man eine Wasserseige vor, welche die Wasser fassen kann, um dieselben zu sammeln und ihnen einen raschern Abfluß zu verschaffen.

Findet dagegen der Stollenbetrieb im brüchigen Gebirge statt, so muß man ihn mit Bruch- oder mit Ziegelsteinen, wie in Fig. 2. Taf. X., ausmauern, und die inneren Dimensionen ebenfalls zu 5 Fuß Höhe und 3 Fuß Weite annehmen.

Man darf sich nie eher für den Betrieb eines Wasserlosungsstollens entscheiden, als bis man sich überzeugt hat, daß dadurch eine Kohlen- oder Erzmasse gelös't wird, die bedeutend genug ist, um die Kosten von jenem zu dekken, oder daß dadurch eine kostbare Wasserhaltungsmaschine entbehrlich wird, oder daß andere wichtige Gründe statt finden. Man darf dann nicht lange schwanken, der Mauerung den Vorzug vor der Zimmerung zu geben, weil jene, wie wir im vorigen Abschnitte sahen, in allen den

Fällen, wo es darauf ankommt, die Baue auf eine lange Dauer zu sichern, den Vorzug hat.

Die Beschaffenheit des Gebirgs muß daher ein bestimmender Grund sein, um einen Stollen aus diesem oder aus jenem Thale zu treiben; denn es giebt Gesteine, die, obwohl sie zu ihrer Gewinnung überall der Sprengarbeit bedürfen, dennoch mehr Vortheile gewähren als weichere, indem jene keines Ausbaues bedürfen. Es ist daher sehr wesentlich, ehe man den Betrieb eines Stollens beginnt, so viel als thunlich, die mit demselben zu durchfahrenden Gebirgsgesteine zu untersuchen; und wenn man auch nur theilweise festes Gestein findet, so darf man diesen Umstand nicht unberücksichtigt lassen.

Von allen Mitteln der Wasserhaltung scheint ein Stollen das beste und einfachste, und dasjenige zu sein, welches die meiste Sicherheit gewährt. Jedoch darf man sich von diesen Vorzügen nicht verblenden lassen, und die Berechnungen können große Veränderungen in den Plänen und Projekten, welche die zweckmäßigsten zu sein scheinen, machen.

Im Allgemeinen können Stollen nur in sehr coupirten und gebirgigen Ländern zweckmäßig angelegt werden; in ebenern Gegenden müssen sie zu lang sein, bringen keine bedeutende Teufe ein, und stiften folglich nicht den Nutzen, den man im Verhältniß der Kosten, welche sie verursacht haben, erwarten konnte.

Diejenigen Gruben, in welchen man in wenigen Jahren große Räume abbauet, in denen das abzubauende Feld oft wechselt, und in welche man noch nicht angefangen hat so tief nieder zu gehen, als es möglich ist, um darauf wieder in eine obere Teufe zu kommen, wie wir beim eigentlichen Abbau näher auseinandergesetzt haben, sind wenig dazu geeignet, um durch Stollen Wasserlosung zu erhalten. Auch sind die in diesem Falle befindlichen Steinkohlenbergwerke weit weniger als die metallischen im Stande, die

Kosten eines Stollenbetriebs zu tragen, mit dem man lediglich Wasserlosung bezweckt. Und dieß rührt daher, daß die Blei-, Kupfer- oder Silbererz-Gänge gewöhnlich in Gebirgen aufsetzen, die tief eingeschnittene Thäler haben, ihr Abbau, im Verhältniß zu dem der Steinkohlenflötze, langsam vorrückt, der Wasserlosungsstollen sehr häufig auch zur Erz-Förderung dient, gewöhnlich auch auf dem Streichen des Ganges aufgefahren ist, und folglich auch zur Ausrichtung dient.

Die Steinkohlenbergwerke von Rive-de-Gier haben drei Wasserlosungsstollen, von denen jedoch jetzt nur noch einer, der 400 Lachter lang ist, benutzt wird. Die großen, Arênes genannten Stollen im Lüttichschen sind jetzt durch Dampfmaschinen ersetzt worden.

Der Wasserlosungsstollen zu Meymac im Corrèze-Departement, dessen Betrieb schon 16 Jahr gedauert, und der im Jahre 1825 doch erst 500 Fuß Länge erreicht hatte, wegen der außerordentlichen Härte des Granits, den man durchfahren mußte, ehe man den Kohlensandstein erreichte, wird vielleicht nicht einmal eine so große Kohlenmasse von Wasser lösen, um die Kosten zu decken, die sein Betrieb verursacht hat, und wahrscheinlich würde die Aufstellung einer Dampfmaschine weit vortheilhafter gewesen sein. Der Stollen zeigt übrigens eine sehr merkwürdige geognostische Thatsache, nämlich die Verbindung des Steinkohlengebirges mit einem weißen, feinkörnigen Granit, so deutlich und so vollkommen abgeschnitten, daß, wenn man den mit einem Spitzbogen-Gewölbe aufgefahrenen Stollen verfolgt, man auf einer langen Strecke den Granit zur Rechten, den Sandstein zur Linken und die Grenzlinie in der Förste hat, Die Verbindung beider Felsarten ist so genau, daß schwarze. bituminöse Trümmerchen, und selbst solche von Kohle, so in den Granit eindringen, daß man Stücke losschlagen kann, in welchen das Brennmaterial mitten in gut charakterisirtem Granit vorkommt, so daß sie die, welche

die Stücke nicht von der Lagerstätte genommen haben, irre führen könnten.

Wir wollen nun noch einige große Stollen, die metallischen Bergwerken Wasserlosung verschaffen, aufführen.

Der tiefe Friedrich-Stollen, welcher jetzt zur Lösung der Friedrichsgrube bei Tarnowitz, und um demnächst Tiefbaue vorrichten zu können, mit Oertern und Gegenörtern betrieben wird, erhält eine totale Länge von 2600 Lachtern. Bei dem Betriebe dieses Stollens mußte man mehrere schwimmende Mittel durchfahren, und hatte mit Schwierigkeiten zu kämpfen *), die denen gleichkommen, welche der kühne Brunel bei dem Betriebe des Tunnels bei London zum Theil schon überwunden hat, und zum Theil noch zu überwinden haben wird, wenn dieß großartige Werk überhaupt noch vollendet werden sollte. Dabei mußte man jenem Stollen des Friedrichsstollens, der später einzubringenden Mauerung wegen, $1\frac{7}{8}$ Lachter Höhe und $1\frac{1}{8}$ Lachter Weite geben. Nach seiner Vollendung werden mehrere der kostbaren Wasserhaltungs-Dampfmaschinen abgeworfen werden können, auch wird durch denselben ein tieferer Erz-Aufschluß bezweckt, und auf diese Weise die für Oberschlesien so höchst wichtige und so musterhaft betriebene Friedrichsgrube auch für die Zukunft gesichert werden **).

Nicht minder merkwürdig sind die tiefen Stollen bei Freiberg, die nach d'Aubuisson eine totale Länge von 16 deutschen Meilen haben; die Stollen, welche den Mansfelder Kupferbergwerken Wasserlosung verschaffen; der von Poullaouen in Bretagne, der 1500 Lachter lang ist; ein 2000 Lachter langer Stollen zu Marienberg in Sachsen; der Wasserlosungsstollen des Bleibergwerks von Vedrin,

---

*) Thürnagel in Karsten's Archiv. XVIII. S. 3. H.

**) Berg- und hüttenmännischer Wegweiser durch Oberschlesien. II. S. 139. H.

an welchem unausgesetzt zwei Bergleute 54 Jahr gearbeitet haben.

Das merkwürdigste Denkmal dieser Art aber ist der tiefe Georgstollen, welcher die Gruben von Clausthal und Zellerfeld löst, und auf den beiden berühmten Gruben Dorothea und Carolina ungefähr 130 Lachter Teufe einbringt. Er wurde von 1777 bis 1799 durch 30 verschiedene Oerter und Gegenörter betrieben, ist 36541 Fuß oder 5481 Lachter, oder fast 3 Stunden lang, und hat 412142 Thaler gekostet. Er giebt ein Beispiel von einem der kühnsten, vortheilhaftesten und vollendetsten Werke der Bergbaukunst, und von der bewunderungswürdigen Genauigkeit der Markscheidekunst; denn die 30 Oerter und Gegenörter trafen an den 15 Durchschlagsörtern mit großer Genauigkeit zusammen. Nach seiner Vollendung konnten eine Menge kostspieliger Wasserkünste abgeworfen, und mehrere, wegen Wassernoth verlassene Gruben wieder aufgenommen werden; überhaupt begann eine neue Periode für den Clausthaler und Zellerfelder Bergbau *).

Zweite Abtheilung.

Von der Wasserhebung.

Die Kübel oder Zober und die Pumpen sind jetzt fast die einzigen Mittel zur Wasserhebung; denn die archimedischen Schnecken, Paternosterwerke und Schaufelkünste werden in Bergwerken gar nicht mehr, und der Heber, wie wir weiter unten sehen werden, nur in besondern Fällen angewendet. Zur Bewegung dieser Wasserhebungs-Vorrichtungen wendet man, nach der Menge der emporzuhebenden Wasser, Menschen-, Thier-, Wind-, Wasser- oder Dampfkräfte an.

---

*) Villefosse Mineralreichthum, deutsche Ausg. II. S. 164. und Taf. II. — Freiesleben Bemerk. über den Harz. I. S. 295.

Tonnen oder Fässer werden nur hin und wieder auf schwebenden Strecken oder in ganz flachen Schachten, zur Befreiung der Gruben von den Grundwassern, angewendet. Sie sind lang und schmal, liegen auf Schlitten oder kleinen Wagen, deren Räder sich auf hölzernen Gestängen bewegen, und werden über Tage durch eine ziemlich große Oeffnung ausgeleert, die sich an dem hintern oder untern Boden befindet. Im vorigen Hauptstück, bei der Förderung, bemerkten wir schon, daß man auch oben enge Kübel zum Wasserziehen auf flachen Schachten anwende, daß diese offenen Gefäße aber den Nachtheil hätten, nur ein Viertel oder halb gefüllt über Tage anzulangen. Verschlossene Fässer verdienen daher den Vorzug, wenn man überhaupt kein besseres Mittel anwenden kann.

Die zum Wasserziehen gebrauchten Kübel oder Zober weichen von den zur Förderung angewendeten nicht ab, nur daß sie häufig größer sind, und daß sie zuweilen eine Vorrichtung haben, mittelst welcher sie sich über Tage von selbst ausgießen, ohne daß die Hülfe der Arbeiter dazu erforderlich wäre.

Die zur Wasserhebung in Gruben angewendeten Pumpen sind im Allgemeinen auf dieselbe Weise angefertigt, wie die, welche man überhaupt zur Wasserhebung zu irgend einem Zweck anwendet; nur giebt man im Allgemeinen solchen den Vorzug, die durch die vereinigte Wirkung des Kolbens, der die Luftleere hervorbringt, des Drucks der Luft, die das Wasser sich zu heben nöthigt, und der Ventile, die das Zurückfallen des Wassers verhindern, das Wasser ansaugen. Diese Saugpumpen werden bis jetzt noch häufiger angewendet, als die sogenannten Druckpumpen.

Die gewöhnliche einfache Druckpumpe besteht aus einer Röhre von Holz, Gußeisen, Messing oder Blei, in welcher sich eine Stange auf und nieder bewegt, die an ihrem untern Ende einen hölzernen oder metallenen Kolben hat,

der von einem mit Fett getränkten Leder umgeben ist, und in der Mitte eine mehr oder minder große Oeffnung hat, deren Deckel sich öffnet, wenn der Kolben niedergeht, und sich schließt, wenn er aufsteigt. Am untern Ende der Röhre, die man den Pumpenstiefel oder das Kolbenrohr nennt, nur einige Zoll über ihrem Ende, bringt man ein Ventil an, dessen Bewegung entgegengesetzt von der des Kolbenventils ist, d. h. welche sich öffnet, wenn der Kolben in die Höhe geht, und sich schließt, wenn er niedergeht.

Die Entfernung zwischen dem Ventil und dem obern Ende des Kolbenzugs darf nicht mehr als 28 Fuß betragen, weil in diesem Theile der Pumpe die Luftleere entsteht, und weil, obwohl die Theorie annimmt, daß der Druck der Luft einer Wassersäule von 32 Fuß Höhe das Gleichgewicht hält, man auf dieses Resultat in der Praxis nicht rechnen darf, theils wegen der Unvollkommenheit der Maschinen, theils wegen der größern oder geringern Höhe über dem Meere, in welcher man die Pumpen anbringt.

Da der Hub des Kolbens nur 2 bis 3 Fuß beträgt, so entsteht die Luftleere nicht beim ersten Zuge; es bedarf erst mehrerer Stöße, bis sich das Wasser zu dem Punkte erhebt, zu welchem es gelangen soll, und in diesem Augenblick allein hebt es das Kolbenventil und geht hindurch. Wenn die Höhe der Pumpe von dem untern Ventil bis zu der Röhre, durch welche das Wasser ausfließt, nur 30 Fuß beträgt, so fließt das Wasser aus, sobald es durch den Kolben gegangen ist, und sobald es sich zu erheben anfängt. Ist aber die Pumpe 50 bis 60 Fuß hoch, so besteht ihre Wirkung zuvörderst aus dem Saugen, welches das Wasser durch den Druck der Luft 28 bis 30 Fuß in die Höhe steigen läßt, und dann aus der rein mechanischen Wirkung des Kolbens, welcher zu gleicher Zeit, daß er unter sich die Luftleere hervorbringt, auch die Wassersäule, mit welcher er belastet ist, emporheben und sie aus

der obern Oeffnung zu entweichen nöthigen wird, sobald diese Säule die erforderliche Höhe erreicht hat. Man ersieht hieraus, daß es wirklich nur die Schwierigkeiten der Construction sind, die sich der Anfertigung einer Pumpe der Art von außerordentlicher Höhe entgegensetzen; denn der Theorie nach würde es hinreichend sein, die Kraft mit dem Widerstande in ein gehöriges Verhältniß zu setzen, um jedes Resultat zu erhalten. In der Ausführung ist es die Länge der Kolbenstange, die ein Hinderniß abgiebt, daß man den Kolben z. B. nicht in 100 Fuß Tiefe anbringen kann. Macht man sie von Eisen, so biegt und krümmt sie sich; macht man sie von Holz, so zerbricht sie leicht; hält man sie endlich von Distanz zu Distanz zwischen Rollen, so wird dadurch die Reibung vermehrt.

Jedoch habe ich mich einer solchen hölzernen Pumpe bedient, die 70 Fuß hoch war, deren Kolbenstange ebenfalls aus Holz bestand, und die man doch sehr leicht mit der Hand bewegen konnte.

Muß das Wasser aus einer bedeutenden Tiefe emporgehoben werden, so ist man genöthigt, die Höhe in mehrere Theile zu theilen, und in jedem eine Pumpe anzubringen. Man nennt eine jede solche Abtheilung einen Kunstsatz, indem der Bergmann jedes Pumpenwerk eine Kunst nennt. Jeder Kunstsatz hat seine besondere Kolbenstange, welche mit der Zugstange verbunden ist, die wiederum mit dem Balancier oder dem Kreuz der Maschine, welche sie in Bewegung setzt, in Verbindung steht. In dem Schachte sind Kasten, die sogenannten Satzkästel, vorhanden, in welche der eine Satz die Wasser ausgießt, und in dem der folgende steht.

Die hölzernen Pumpenstiefel futtert man inwendig auch wohl mit Messingblech aus, so daß der Kolben, der genau kalibrirt sein muß, weniger Reibung erleidet und das Spiel der Pumpe bedeutend erleichtert. — Der Oeffnung, welche das Wasser unter den Kolben bringt, einen kleinern Durch-

messer zu geben, um den Druck, den er zu überwinden hat, zu vermindern, ist irrig.

Man darf auch eben so wenig vergessen, daß die Länge der liegenden Pumpen keinen Einfluß auf den Druck hat, den das Wasser auf die Oberfläche eines Kolbens ausübt; man kann nur die senkrechte Höhe in Rechnung bringen: nur sie allein ist es, die einen Druck ausübt, der sich mit der Oberfläche des Kolbens vermehrt, und diese Oberfläche muß dem zu erhebenden Volum Wasser proportional sein. Eine Pumpe von 8 Zoll Durchmesser z. B., die durch eine Dampfmaschine bewegt wird, welche 12 Hube in einer Minute macht, hebt in einer Stunde 150 Kubikfuß Wasser.

Es ist gefährlich, in den Bergwerken solch ein System von Pumpen anzuwenden, deren bewegender Theil oder deren Kolben am untern Ende des Stiefels befindlich ist, weil, im Falle einer vorfallenden Reparatur, oder eines momentanen Stillstandes, das Wasser sogleich den Platz bedeckt, an welchem man arbeiten muß, und weil, wenn in dem Schachte die Wasser aufgegangen sind, man sich der Hülfe der Pumpe in dem Augenblicke beraubt sieht, in welchem man sie am nöthigsten hat. Aus diesem Grunde verwerfe ich auch die von Herrn Binet erfundene Pumpe mit beweglichen Röhren, die übrigens mehrere Vortheile gewährt, wie z. B. den, schlammiges Wasser heben zu können, ohne dadurch verdorben zu werden. Ich habe eine solche Pumpe im Gebrauch gehabt, die, da sie gut und dauerhaft gemacht worden war, eine sehr gute Wirkung hatte; allein man wird einsehen, daß, da man die Röhren, welche als Kolben wirken, nicht anders herausnehmen kann, als bis man die Wasser im Schachte ganz zu Sumpf gebracht, d. h. emporgehoben hat, die bei allen Maschinen nothwendigen Reparaturen sehr schwierig werden, besonders auf dem Boden eines Vorgesümpfes, wo ohnehin jede Arbeit schwierig wird.

Die besten Pumpen für Bergwerke sind die gußeiser-nen; sie bestehen aus einer Reihe von Röhren, die an ein-ander geschroben worden, und zwischen deren hervorstehende Ränder, durch welche die Schraubenbolzen gehn, man le-derne oder bleierne Scheiben legt, um die Vereinigung noch genauer zu machen, indem man die Schrauben als-dann recht fest anzieht. Die Flächen der Ränder sind näm-lich uneben, und würden ohne eine solche Zwischenlage Wasser durchlassen.

Die Kolbenröhre ist genau ausgebohrt und der Kol-ben sorgfältig abgedreht, damit jede Friction möglichst ver-mieden wird; die übrigen Röhren brauchen nicht ausge-bohrt zu werden.

In England sind die gußeisernen Kunstsätze schon seit langer Zeit angewendet worden, und jetzt findet man sie auch in vielen andern Ländern. Die Sätze haben in Eng-land oft eine Höhe von 30, und selbst von 40 Fathoms (à 6 Fuß engl. oder 69,92 Zoll Preuß.), so daß in Schachten, in denen die Wasser 160 bis 180 Fathoms gehoben werden müssen, nur 5 bis 6 Sätze erforderlich sind *).

In Cornwall findet man Kunstschachte, die unter dem Stollen, auf welchem die Wasser gehoben werden, 90 Fa-thoms tief sind. Diese haben drei Sätze, von denen der unterste eine Saugpumpe ist, die beiden obern aber Druck-pumpen sind. Die Druckpumpen haben gewöhnlich mas-sive Kolben, und sind auch hin und wieder so eingerichtet, daß sie von unten nach oben wirken, welche Einrichtung

---

*) Ich entlehne diese, so wie mehrere andere Zusätze aus einem klassischen Aufsatze: „on Pumps used in Mines" von Hrn. John Taylor, in dessen Records of Mining, Part I. London, 1829. Gern hätte ich den ganzen Aufsatz hier in einer Uebersetzung einge-schaltet, allein dieß war ohne drei dazu gehörige Kupfertafeln un-möglich, und ich konnte, in Berücksichtigung der mir gesteckten Gren-zen, um diese das vorliegende Buch nicht vermehren. H.

den Vortheil gewährt, daß sich die Schachtstangen nicht biegen, und die sonst nöthigen Gegengewichte wegbleiben können. Die Kolbenröhren werden in England häufig aus Messing angefertigt, weil dieses nicht so leicht oxydirt als das Eisen, und eine geringere Friction hat als dieses, welches da, wo die Grubenwasser vitriolisch sind, auch gar nicht einmal zu diesem Zweck angewendet werden kann. In diesem Falle ist es auch sehr zweckmäßig, die eisernen Röhren inwendig mit dünnem Holze oder mit Messingblech zu bekleiden.

In den consolidirten und vereinigten Gruben in Cornwall muß die Kraft der Wasserhebungs-Dampfmaschinen der von 2000 Pferden gleich gesetzt werden. Einige von diesen Maschinen sind die größten, welche bis jetzt gebauet wurden, indem ihre Cylinder 90 Zoll Durchmesser und 10 Fuß Kolbenhub haben. Die Pumpen haben gewöhnlich 16 Zoll Durchmesser, und die ganze Höhe der zu hebenden Wassersäule beträgt ungefähr 800 Fathoms (d. h. in verschiedenen Kunstschachten), die in Sätze von 30 Fathoms Höhe getheilt ist. Bei 8maligem Kolbenhub in der Minute heben die Maschinen 38000 Pfund Wasser dem Stollen zu.

Die größte Wassermenge, die in England in Bergwerken durch Pumpen gehoben wird, findet man in den Mold-Gruben in Flintshire. Die Maschinenkräfte liefern sieben Dampfmaschinen mit Cylindern von 33 bis 66 Zoll Durchmesser und vier oberschlächtige Kunsträder von 44 Fuß Durchmesser. Die Pumpen haben 10, 18, auch 22 Zoll Durchmesser. Alle diese Maschinen heben in der Minute 80,000 Pfund Wasser aus einer Teufe von 50 Fathoms auf die Stollen.

Auf der Königsgrube in Oberschlesien, woselbst die Wasserhaltung mittelst zweier Dampfmaschinen geschieht, sind die Grubenwasser sehr vitriolisch, weshalb die Kolbenröhren aus einer Zusammensetzung von 9 Theilen Kupfer und

1 Theil Zinn bestehen; doch bedient man sich auch der eisernen, die mit Kupferblech ausgefuttert werden *).

Am vortheihaftesten ist es, die Kunstsätze in dem Fahrschacht anzubringen, wie in Fig. 5. Taf. X., so daß man sie auf allen Punkten untersuchen und Reparaturen leicht ausführen kann. Man verbindet sie mit der Zimmerung oder mit Stempeln, die in die Mauerung oder in das feste Gestein eingelassen werden.

In Deutschland findet man noch viele hölzerne Kunstsätze, die man in der Nähe der Gruben selbst anfertigt, und die, wenn sie auch nicht so dauerhaft als die gußeisernen, doch mit großer Geschicklichkeit construirt werden, und eine gute Wirkung haben. Zu den Kolbenröhren gebraucht man Eichen-, oder, wo nur Nadelholz wächst, Lerchenbaumholz 2c. Diese Röhren erhalten eiserne Ringe, und werden in einander gesteckt. Jedoch entweicht bei dieser Zusammenfügung leicht Wasser, weshalb es besser ist, die Vereinigung durch eiserne Buchsen zu bewerkstelligen, die scharfe Kanten haben, und einige Zoll größer als der innere Durchmesser der Röhren sind. Sie werden in beide zu vereinigende Röhren hineingetrieben, und erfüllen den Zweck einer vollkommen wasserdichten Verbindung sehr gut.

Läßt man die Buchsen mit einem Winkel schmieden, so kann man auch auf diese Weise die Richtung der Wasserleitungen sehr leicht verändern, welches dagegen nur sehr unvollkommen geschehen kann, wenn man die Röhren in einander steckt. Die Buchsen haben auch noch den Vortheil, daß sie die Länge der Röhren nicht vermindern.

Auf dem Harze haben die Kunstsätze durchgängig gußeiserne, ausgebohrte Kolbenröhren; ihr Hub beträgt im Durchschnitt 5 Fuß; die Höhe der Sätze 5 Lachter. Die

---

*) Berg- und hüttenmännischer Führer durch Oberschlesien. I. S. 131. H.

Kolben bestehen aus Holz, und sind mit ledernen Scheiben geliedert.

Im sächsischen Erzgebirge bestehen die Kolbenröhren ebenfalls aus Gußeisen, sind aber nicht ausgebohrt, und bei fressenden Wassern aus Ahornholz. Ihr Hub beträgt 3 bis 4 Fuß.

An die Saugöffnung der Sätze pflegt man ein Drahtgitter, oder ein mit Löchern versehenes Blech zu befestigen, damit unter das Ventil keine Unreinigkeiten gelangen können. Jedoch hat diese Vorsicht das Unangenehme, daß sich das Gitter verstopft, und daß dadurch das Saugen erschwert wird, besonders wenn dieß von der Seite her statt findet, weil das in dieß Niveau gekommene und stark angezogene Wasser alle Körper mit sich zieht, die auf seiner Oberfläche schwimmen, wie das Papier von den Patronen, Holzspäne, Stroh ꝛc. Es ist daher weit besser, die Saugöffnung unten anzubringen, und die ganze Oberfläche des Vorgesümpfes mit einem eisernen Gitter zu bedecken, welches alle leichten Körper zurückhält, die das Spiel der Ventile stören könnten, ehe das Wasser bis zur Saugöffnung hinabsinkt.

Beim Abteufen eines Schachtes bedient man sich am Harze einer Vorrichtung, die Degen und Schläucher genannt wird. Man spitzt nämlich die unterste Saugeröhre an, und steckt an die Spitze (den Degen) ein anderes Röhrenstück (den Schläucher), den man in den Sumpf führt. Jedoch wird bei der Sprengarbeit in dem Schachtgesenke der unterste Theil des Satzes oft verrückt oder wohl gar ganz ruinirt, obwohl doch stets Wasser vorhanden sind, die das Spiel einer Pumpe nothwendig machen; so wendet man eine sogenannte Spritzpumpe Fig. 8. Taf. III. an. Sie besteht aus einer hölzernen Röhre, an deren Ende ein dickes Stück Leder so genagelt wird, daß es sich wie an einem Charnier bewegt. In eine zweite, der ersten

ganz ähnliche Röhre steckt man einen Kolben von ganz eigenthümlicher Einrichtung. Es ist ein Horn oder ein Trichter von sehr starken Leder, dessen enges Ende an das einer hölzernen Stange genagelt, und dessen obere Ränder durch lederne Riemen mit derselben Stange verbunden sind, jedoch so, daß er sich hinlänglich öffnen kann, um das Innere der Röhre gänzlich anzufüllen. Will man die Pumpe gebrauchen, so bringt man sie in den Sumpf des Schachtes, befestigt die beiden Röhren durch eiserne Haken an einander, stößt den Kolben bis an das Ventil ein, und gießt einen Eimer voll Wasser darauf, um das Spiel der Pumpe in Gang zu bringen. Darauf zieht und stößt man den Kolben, mittelst eines an der Stange befindlichen Handgriffes, auf und nieder; jedesmal wenn er niedergeht, zieht er sich zusammen, und läßt das Wasser um sich herumgehen, zieht man ihn aber aufwärts, so öffnet er sich, füllt das Innere der Röhre ganz aus, nöthigt das Ventil sich zu heben, indem er eine Luftleere hervorbringt, und hebt bei jedem Zuge eine bedeutende Wassermenge empor, die durch einen Ausguß am oberen Ende der Pumpe herausfließt. Man kann eine solche Pumpe bis 20 Fuß hoch machen, und ein Mensch kann sie sehr bequem in Bewegung setzen; auch kann sie senkrecht oder geneigt stehen, je nachdem es die Localität erforderlich macht. Auf diese Weise hebt man das Wasser aus dem Tiefsten bis zu dem ersten Satzkasten, von wo aus es die ordentlichen Sätze wegheben. Da diese Pumpen sehr leicht sind, so kann man sie, wenn in ihrer Nähe gesprengt wird, leicht wegnehmen.

Zu Newcastle in England bedient man sich beim Absinken der Schachte einer anders eingerichteten Pumpe zur Wasserhebung aus dem fortwährend sich im Niveau verändernden Tiefsten. Der eiserne Saugsatz wird an zwei Balken befestigt, die an Flaschenzügen hängen, so daß er leicht in die Höhe gezogen, oder tiefer niedergelassen werden kann. Das Ausgußrohr gießt in den untersten Satz-

kasten

kasten aus; die Kolbenstange ist mit der Wasserhebungsmaschine so verbunden, daß sie höher oder niedriger angehängt werden kann *).

Ehe wir diese Abtheilung schließen, wollen wir noch die Anwendung des Hebers und der Luftcompression zur Wasserhaltung erwähnen. Der erstere ist beim Schachtabteufen im schwimmenden Gebirge bei Tarnowitz in Oberschlesien angewendet worden; jedoch würde die, ohne Zeichnung ohnehin undeutliche, Beschreibung hier zu weit führen, weshalb ich auf des Herrn Bergmeisters Thürnagel Aufsatz verweise **). Wasserhebung durch Luftcompression schlägt der Herr Bergrath v. Derschau zu Bochum in der Grafschaft Mark vor; jedoch müssen wir auch hierbei auf dessen Aufsatz selbst verweisen ***).

Wie wir schon oben bemerkten, so werden die verschiedenen Arten von Pumpen, deren nähere Beschreibung man in den hierunter aufgeführten Werken zu suchen hat, entweder durch Menschen- oder Thierkräfte, durch Wasserräder, Wassersäulenmaschinen und Dampfmaschinen bewegt. Zwar gehört die Betrachtung aller dieser Maschinen, so wie der Teich- und Kanalbau ꝛc., zur Bergbaukunde; allein man wird auch leicht einsehen, daß dieses weitläufige Feld mechanischer und architektonischer Kenntnisse, nur im Abriß gegeben, allein einen Band füllen würde, weshalb auf andere Werke verwiesen werden muß.

Calvör's Nachrichten vom Oberharzer Maschinenwesen. Braunschweig 1763.

v. Cancrin's erste Gründe der Berg- und Salzwerkskunde. Frankf. a. M. 1773—91. 7. Theil.

Bericht vom Bergbau. S. 173.

---

*) Edinburgh Encyclopaedia, Art. Mine. Vol. XIV. p. 340. und Fig. 1. Taf. 391. H.

**) Karsten's Archiv, Bd. IV. S. 217 H.

***) Karsten's Archiv, Bd. XIII. S. 35. H.

Delius's Bergbaukunst. II. S. 50.
Lempe's Maschinenlehre mit Rücksicht auf den Bergbau. I. Leipzig 1795.
Gilly und Eytelwein, praktische Anweisung zur Wasserbaukunst. Heft 2. Berlin 1803.
Poppe's Encyklopädie des gesammten Maschinenwesens. 2. Aufl. Leipzig 1820 ꝛc. Art. Druck- und Saugwerke.
v. Baader's vollständige Theorie der Saug- und Druckpumpen. München 1820.
Borgnis Traité complet de Mécanique appliquée aux Arts. Mach. hydrauliques. Paris 1819. p. 18.
Christian, Mécanique industrielle. Tom. III. Paris 1825.
Villefosse, Mineralreichthum. Bd. II. und III.
Edinburgh Encyclop. Art. Mine. Vol. XIV. Art. Pumps. Vol. XVII. p. 205.
v. Langsdorff's System der Maschinenkunde. Heidelberg 1826—30. 4 Bände.
Rothe's Beiträge zur Maschinen-Baukunde. 1. Heft. Wasserförderungs-Maschinen. Berlin 1827.
Gehler's physikalisches Wörterbuch. Neue Ausgabe. Art. Druck- und Saugpumpe.

Dritte Abtheilung.

Von dem Verdämmen der Wasser in den Schachten (Cuvelage und Picotage) und von den andern Vorkehrungen gegen Ueberschwemmung der Gruben.

Die Erfahrung lehrt, daß sich die Wasserzuflüsse bei Abteufung der Schachte im Verhältniß ihrer Tiefe nicht immer vermehren; sehr häufig zeigt sich vielmehr das Gegentheil. Immer findet man, besonders im Flötzgebirge, Gebirgsschichten, die sehr wasserreich sind, so wie andere,

welche gar keine Wasser enthalten, die auch so dicht sind, daß sie keine Wasser durchlassen.

Auf das Vorhandensein dieser letztern Gebirgsschichten ist die Abdämmungsmethode gegründet, die in Frankreich unter den Benennungen Cuvelage und Picotage angewendet wird, die in Deutschland aber erst wenig zur Ausführung gekommen ist. Ohne die wasserdichte Schicht kann sie nicht mit Erfolg angewendet werden.

Das Wesentliche des Verfahrens besteht darin, den Durchgang der Wasser durch die in der wasserdichten Gebirgsschicht befindliche Schachtöffnung zu verhindern, und sie bis in ihr natürliches Niveau in die Höhe zu dämmen. Die Vorrichtung, welcher man sich zur Erreichung dieses Zwecks bedient, ist folgende:

Wenn man mit dem Absinken eines Schachtes eine Gebirgslage erreicht hat, von der man voraussetzen kann, daß sie die Wasser nicht durchlasse, so sichert man die bis dahin geführte verlorne Zimmerung, und macht in jener Lage (also auf der Schachtscheibe) den Schacht auf die zur Arbeit nöthige Höhe (etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Lachter hoch) so weit, daß hinter den Jöchern ein Raum von 4 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll bleibt.

Man bearbeitet besonders den untern Raum, auf dem die Jöcher zu liegen kommen, so wie alle vier Schachtstöße, in der Höhe dieser Jöcher mit besonderer Sorgfalt glatt; erstere ganz söhlig, letztere genau rechtwinklig (sofern der Schacht keine andere Figur erhalten soll), und legt dann auf den sorgfältig glatt und söhlig gearbeiteten Stoß die Jöcher und Kappen, die so zugeschnitten sind, daß sie sowohl von innen als außen vollkommen bündig werden. Zu dem Ende, und um das Holz nicht zu schwächen, läßt man die Jöcher übergreifen, und legt die Kappen in zweizöllige Einschnitte (nach der senkrechten Ebene betrachtet) darin ein. — Alle 4 Jöcher aus gutem Eichenholze sind 8 Zoll im Quadrat stark, und auf der oberen

und unteren Seite vollkommen glatt gearbeitet. Wenn es nöthig ist, werden sie auf Tragstempel gelegt, und wie bereits bemerkt, bleibt zwischen ihren äußern Wänden und den auf 8 Zoll Höhe glatt gearbeiteten Schachtstößen ein Raum von 4 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll.

In diesen Raum wird von allen Seiten, also genau parallel mit den Jöchern, ein glatt gearbeitetes, 8 Zoll breites und 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll dickes Brett von Eichenholz auf der Kante so gelegt, daß die Bretter auf den langen Stößen mit ihren Enden dicht an die glatt gearbeiteten kurzen Schachtstöße anpassen, und daß die kurzen Bretter mit den Enden dicht an den langen Brettern anliegen.

Alle vier Bretter werden an die Jöcher gelegt, mit denen sie gleiche Breite haben, und der zwischen ihnen und den Schachtwänden bleibende leere Raum von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll wird mit feinem Moose dicht ausgestopft.

Das Moos, möglichst dicht an die Schachtwände angetrieben, verhindert den Durchgang der Wasser durch die in der festen Gebirgslage stehende Schachtöffnung, und macht das Wesentliche der ganzen Arbeit aus.

Sobald nun der hintere Raum mit Moos (für dessen Auswahl man möglichst Sorge tragen muß) ausgestopft ist, fängt man an, jedes Brett gegen die Schachtstöße zu treiben, und schlägt zu dem Ende zwischen ihm und den Jöchern hölzerne Keile ein. Diese Keile sind Nägel von 8 bis 9 Zoll Länge.

Die ersten Keile nimmt man gern von weichem Holze, schlägt sie so dicht neben einander, daß möglichst wenig Raum übrig bleibt, und indem man immer fortfährt, in jede kleinste Oeffnung wieder einen neuen Keil zu treiben, preßt man das Brett immer stärker gegen das Moos. Sobald keine Oeffnung zwischen den weichen Keilen mehr wahrzunehmen ist, fängt man an, dergleichen künstlich zu bilden, und treibt in dieselben so lange Keile von hartem Holz, bis keine mehr einzubringen sind.

Das Moos ist nun bis auf wenige Linien Dicke zusammengepreßt worden, und man kann sicher seyn, daß es keine Wasser durchläßt.

Die Hauptarbeit der Verdämmung ist jetzt beendigt, und es ist blos noch dafür zu sorgen, daß die Wasser aus den oberen Lagen dem Schachte nicht unmittelbar zusetzen. Man bewerkstelligt dieß dadurch, daß man auf die untern Jöcher (den Damm) eine Zimmerung von viereckig beschlagenem Eichenholze, in derselben Art wie der Hauptumstrich (der Damm) zusammengeschnitten, setzt, und hinter derselben und den Schachtwänden eine Oeffnung von 2 bis 3 Zoll Breite läßt, die, so wie die Verzimmerung von unten nach oben vorrückt, jochweise mit ungelöschtem Kalk und kleinen Ziegelstückchen ausgefüllt wird: eine Masse, die sich beim Zutritt des Wassers zu einem sehr dichten Kitte bildet. — Statt dieses Mörtels stößt man auch, mit gleich günstigem Erfolge, den hintern Raum mit Letten aus, und schließt die Fugen zweier Jöcher durch schmale, auf den obern Umstrich und zwar auf der innern Seite angenagelte Leinwandstreifen.

Die Stärke der Aufsatzjöcher, wie man sie zur Unterscheidung von den Hauptjöchern nennen kann, richtet sich nach dem Drucke des Gebirges, und beträgt im Durchschnitt 6 Zoll Quadrat. Immer aber müssen sie sorgfältig, und besonders in den obern und untern Flächen recht glatt gearbeitet seyn, damit sie dicht aufliegen, und der Kitt, vorzüglich Anfangs, in den Fugen keinen Durchgang finde. Man kalfatert deswegen auch gewöhnlich die Zwischenräume zweier Umstriche mit getheertem Werg aus.

Mit den Aufsatzjöchern zimmert man (die verlorne Zimmerung wegnehmend) so hoch auf, bis die Wasser auf ihr natürliches Niveau gebracht worden sind, oder auch, selbst wenn es nicht nöthig wäre, um nicht zweierlei Zimmerung zu haben, bis unter die Hängebank.

Man sieht leicht ein, daß es bei einem bereits abge-

sunkenen Schachte nur eines Hauptjoches oder Dammes bedürfe, um die vollständige Abdämmung der Wasser zu bewirken, so fern man es nicht scheut, den Schacht an den Stellen, die keiner Zimmerung bedürfen, mit Aufsatzjöchern zu versehen. Wenn aber die Abdämmung während des Schachtabteufens gemacht werden muß, so werden Hauptjöcher oder Dämme so oft gelegt werden müssen, als sich wasserdichte Gebirgslagen unter solchen befinden, welche Wasser enthalten und durchlassen.

Müssen solche Hauptjöcher nahe unter einander gelegt, und müssen die Aufsatzjöcher dicht an das oberste Hauptjoch angefügt werden, so bedient man sich, um das ganz genaue Anschließen der Aufsatzjöcher an einander und an das höher liegende Hauptjoch zu bewirken, einer horizontalen Verdämmung, in derselben Art wie solche vorher für die vertikale beschrieben wurde, und bringt dann das Verdämmungsbrett unmittelbar über dem unteren Hauptjoche an, so daß dieß mit dem Moos an die Aufsatzjöcher angetrieben werden kann.

Nicht immer ist diese horizontale Verdämmung nöthig, man thut indeß wohl, sich stets darauf gefaßt zu machen, um später nicht in Verlegenheit zu kommen. Wo es nicht nöthig ist, die Aufsatzjöcher bis an das nächst darüber liegende Hauptjoch zu führen, weil wasserdichte und feste Gebirgslagen von größerer Mächtigkeit dazwischen liegen, da verhindert man das Heben der Jöcher, welches bei horizontaler Verdämmung erfolgen würde, durch darauf gesetzte senkrechte und fest angetriebene Spreitzen. Dieß wird die horizontale Verdämmung in der Regel öfter fördern, als wenn die Aufsatzjöcher bis unter das nächst darüber liegende Hauptjoch gelegt und kalfatert werden.

Auch zur Abdämmung der Wasser in Strecken kann man sich der eben beschriebenen Methode, jedoch nur da bedienen, wo Quellen zwischen festen Punkten zurückgehalten werden können.

Mit welchem Erfolge man sich der eben beschriebenen Verdämmungsarbeit in Frankreich bedient, davon giebt der Steinkohlenbergbau von Anzin bei Valenciennes den auffallendsten Beweis. Weil nämlich die Wasser der Schelde durch den klüftigen Kalkstein, welcher hier das Steinkohlengebirge bedeckt, bei jedem Schachtabteufen in außerordentlicher Menge zusetzen, so bedarf man oft mehrerer großer Dampfmaschinen, um bis auf die Gebirgslage zu kommen, welche das Wasser nicht durchläßt; man kann aber diese Maschinen oft sämmtlich wieder abwerfen, wenn die Verdämmung beendigt ist.

Auch bei dem Salzbergwerk zu Vic im Meurthe-Departement hat man diese Verdämmung mit solchem Erfolge angewendet, daß der Schacht, den man mit Hülfe von Maschinen kaum niederbringen konnte, gegenwärtig fast ganz trocken ist, und daß die wenigen Wasser, welche sich in größerer Tiefe sammeln, nur von Zeit zu Zeit gezogen zu werden brauchen *).

Die Dämme, von denen bei Gewinnung des Salzes aus dem Salzthongebirge die Rede war, werden in gewissen Fällen dazu angewendet, um die Wasser auf einer obern Sohle zurückzuhalten, und zu verhindern, daß sie den tiefern Bauen zufallen. Die Stärke und Dicke dieser Dämme richtet sich nach der Wassermenge, die sie zurückhalten sollen, und nach dem Druck, den sie zu tragen haben. Gewöhnlich bestehen sie aus zwei Wänden von über einander gelegten Hölzern, die in Vertiefungen liegen, welche in die Ulmen der Strecke eingehauen sind. Zwischen diese hölzerne Wände wird Letten gestampft, und einige Zwin-

---

*) d'Aubuisson, Journal des Mines, Tom. XVIII. No. 104 et 105. Villefosse Mineralreichthum, Bd. II. S. 188 und Tafel 3. — Bergrath Sello in Karsten's Archiv, Bd. IX. S. 209. — v. Oeynhausen und v. Dechen, daselbst Bd. X. Seite 192. — Ueber das Verletten der Schachte im schwimmenden Gebirge, s. Thürnagel in Karsten's Archiv, Bd. IV. S. 214. H.

gen, die quer dnrch den Damm gehen, geben dem Ganzen mehr Festigkeit. Wo es erforderlich ist, werden mehrere solcher Dämme vor einander gesetzt. Man hat die größte Sorgfalt auf ihre Anfertigung zu verwenden, weil das Leben aller auf den tieferen Bauen arbeitenden Bergleute davon abhängt. Der Durchbruch eines solchen Dammes auf der Grube Beaujon bei Lüttich brachte 66 Arbeiter in Lebensgefahr, und ohne den außerordentlichen Muth ihres Obersteigers wären sie unrettbar verloren gewesen *).

Sobald man die Quellwasser in den obern Teufen einer Grube zurückhalten und es verhüten kann, daß sie den Tiefbauen zufallen, darf man nicht schwanken, alle nur möglichen Mittel anzuwenden, um sie mittelst Dämmen in alten Bauen, oder in besonders vorgerichteten Räumen aufzustauen, und ihnen einen unschädlichen Abfluß zu verschaffen. Man entgeht dadurch einer sehr kostspieligen Wasserhaltung aus dem Tiefsten der Grube.

Bei den unter dem Meeresspiegel liegenden Bauen, die an den Küsten von Cornwall im Betriebe sind, finden mehr oder minder bedeutende Infiltrationen des Meereswassers statt, indem einige Gruben dem Meeresgrunde so nahe sind, daß die Bergleute über sich das Geräusch der durch die Wellen bewegten Geschiebe hören können. Ein Hauptbeispiel hiervon liefert die untermeerische Grube von Wherry, deren Lagerstätte nur bei niedrigster Ebbe bemerkt, und die nur von einem Bergmanne betrieben werden konnte.

Wenn man in der Nähe eines Grubenbaues alte, unter Wasser stehende Gebäude vermuthet, deren Lage man, wegen mangelnder Grundrisse, nicht genau kennt, so ist es, wenn man eine Strecke unter dem Niveau des alten Man-

---

*) Das unglückliche Ereigniß fand am 12. Februar 1812 statt; der brave Obersteiger hieß Hubert Goffin, er erhielt das Ritterkreuz vom Orden der Ehrenlegion. H.

nes treibt, nöthig, mit einem Bohrloche voranzugehen, damit man sich nicht der Gefahr aussetze, daß die Wasser plötzlich aus einer sehr großen Oeffnung hervorbrechen, die Baue unter Wasser setzen und den Arbeitern lebensgefährlich werden. Am bequemsten und besten zu diesem Zweck ist eine horizontale Bohrmaschine, die so eingerichtet ist, daß, wenn der Durchschlag auch erfolgt ist, die Wasser doch nicht eher durchkommen, bis ein Hahn aufgedrehet worden *).

Die Bohrer, die man zu dieser Arbeit anwendet, können, wie die Erdbohrer, leicht verlängert werden. Durchsiekern der Wasser, die Beschaffenheit des Absatzes aus denselben, der eigenthümliche Klang des Gesteins, wenn man mit einem Hammer dagegen schlägt, sind Zeichen von der Nähe unter Wasser stehender alter Grubengebäude, und die Bergleute von langer Praxis erkennen sie leicht.

Wenn man, nachdem man einen Schacht bis zu einer gewissen Teufe abgesunken, noch ein Bohrloch niederstößt und eine Springquelle antrifft, so muß man den Bohrer nicht herausziehen, indem er den größten Theil des Bohrloches verschließt, und man muß sich beeilen, Röhren vorzurichten, die man auf das Bohrloch setzt, um es zu versuchen, die Wasser aus dem Schacht hinaus zu leiten. Verfährt man nicht auf diese Weise, so werden die aus dem Bohrloch hervorströmenden Wasser bald in dem Schachte aufgehen, und es wird sehr schwer seyn, sie zu Sumpfe zu halten. Ein solcher Vorfall ereignete sich in der Nähe von Toulon; er knüpft sich an die Geschichte der artesischen Brunnen, von denen wir im dritten Abschnitte des ersten Hauptstücks redeten.

---

*) Eine Maschine dieser Art von trefflicher Einrichtung, die auf dem Oberharze in Anwendung steht, ist in Villefosse's Mineralreichthum, Bd. II. S. 209., mit Hülfe von Abbildungen, beschrieben. H.

Der Lehm, den man in den Braunkohlengruben der Provence findet, bildet stockförmige Thonmassen, welche die Stelle des Brennmaterials einnehmen, dessen Lager unterbrechen, und sich so mit Wasser impregniren, daß sie, besonders im Winter, die Grubenbaue plötzlich überschwemmen. Es sind eine Art vou Schwämmen, die das Wasser im Sommer aufbewahren, und es im Winter von sich geben. Bis jetzt hat man noch kein Mittel gefunden, um sich vor der Wirkung dieser Lehmmassen zu sichern, die der sogenannten Kurzaka sehr analog sind, welche letztere in der Gegend von Tarnowitz in Schlesien das schwimmende Gebirge bildet. Sie besteht in einer bläulichen, schwammigen Erde, welche die eigenthümliche Eigenschaft hat, das Wasser und die Feuchtigkeit aus dem übrigen Gebirge zu absorbiren, die Felder auszutrocknen und das Wasser wie ein Schwamm zurückzuhalten und den benachbarten Grubenbauen zuzuführen.

Dritter Abschnitt.

Von den Grubenwettern und der Wetterlosung.

Das kohlensaure, das Stickstoff- und das Wasserstoff-Gas sind die drei hauptsächlichsten Körper, deren jeder insbesondere dazu beiträgt, die Grubenwetter zu verderben, und sie zum Athmen und zur Verbrennung unfähig zu machen, indem sie sich mit ihnen in mehr oder minder starken Verhältnissen vermischen, oder indem sie sich untereinander selbst verbinden.

Von dem kohlensauren Gase.

Das kohlensaure Gas, auch vom Bergmann Schwaden genannt, entwickelt sich in den Gruben an einer unendlichen Menge von Punkten und aus sehr verschiedenartigen Felsarten. Es häuft sich auf krummen nnd winkli-

gen Stollen und Strecken und in Schachten an, und man erkennt es leicht daran, daß es das Kalkwasser trübt und dasselbe milchig macht. Man stellt dieß Experiment mittelst einer mit Wasser gefüllten gläsernen Flasche an, die man da in der Grube, wo man die schlechtesten Wetter vermuthet, ausleert, dagegen aber einige Gläser voll Kalkwasser in die Flasche gießt, dieselbe gut verkorkt und umschüttelt. Wenn die Luft, mit welcher sich die Flasche in dem Maaße, wie das Wasser herausgeflossen ist, gefüllt hat, kohlensaures Gas enthält, so wird das ganz klare Kalkwasser nach einigen Minuten weiß und milchig werden. — Kommt das Gas concentrirt vor, so wird es sogleich die Lichter auslöschen, und die Menschen, die es athmen, ersticken. Ist es dagegen nur mit der atmosphärischen Luft vermischt, so bemerkt man die Schwaden in den Gruben durch einen leichten apfelartigen Geruch, und an der rothen Flamme der Grubenlichter, deren Docht man ausstören muß, um ihr Volum zu vermehren und die, ungeachtet dieser Fürsorge, bei der geringsten Bewegung verlöschen. Die Nasenlöcher werden sehr schnell durch einen schwarzen Ruß verstopft, und man empfindet, wenn man einige Stunden in solchen schlechten Wettern bleibt, einen *mehr* oder minder starken Kopfschmerz.

Wenn das Licht nicht sogleich verlöscht, und dieß nur erst nach einer Bewegung erfolgt, so kann man sich in solchen Wettern aufhalten und in denselben arbeiten, da sie zwar schlecht, aber doch nicht so sehr mit Kohlenstoff geschwängert sind, daß sie ein Ersticken veranlassen könnten.

Ich war einmal genöthigt, auf einem Stollen einen Markscheiderzug zu verrichten, in welchem es unmöglich war, ein Licht brennend zu erhalten, weshalb ich den Compaß mit einigen Leuchtwürmchen erhellen mußte. Der englische Ingenieur Ryan bediente sich in einem ähnlichen Falle des Phosphors. An solche Orte muß man sich nicht allein begeben, auch die Vorsicht gebrauchen, das Ende eines

Seiles an sich zu befestigen, damit man, wenn es nöthig sein sollte, zurückgezogen werden könne.

Da das kohlensaure Gas weit schwerer als die atmosphärische Luft ist, so findet man es gewöhnlich an der Sohle der Strecken und Stollen und im Tiefsten der Schachte; mit der Zeit steigt es nach und nach, bis auf eine geringe Entfernung von der oberen Oeffnung, in die Höhe.

Besonders ist es an heißen und gewitterigen Sommertagen der Fall, daß das Gas in den Schachten in die Höhe steigt, wogegen es im Winter, in kalten Nächten oder stürmischen Tagen niedersinkt oder zuweilen auch ganz verschwindet. Alle diese Bewegungen habe ich mehrere Jahre lang in einem Versuchschachte zu Lardin im Dordogne-Departement beobachtet. Die Wetter wurden in demselben in den ersten vierzehn Tagen des Mai schlecht, und stiegen in die Höhe.

Das kohlensaure Gas findet sich nicht allein in den Gruben, sondern auch in einigen Höhlen, unter denen besonders die Hundegrotte bei Neapel genannt wird. Auch kann es sich mit dem Wasser und mit einigen andern Flüssigkeiten verbinden, veranlaßt dann ein Schäumen, und ertheilt ihnen einen mehr oder weniger angenehmen Geschmack. Dahin gehören das Bier, der Champagner-Wein, der Clairet von Die und alle andern moussirenden Weine, die ihm diese eigenthümliche Eigenschaft verdanken.

Von dem Stickstoffgase.

Das Stickstoffgas, welches zu 78 Hunderttheilen in die Zusammensetzung der von uns geathmeten atmosphärischen Luft eingeht, häuft sich oft in größern Massen an, und wird alsdann denen, die es einathmen, eben so gefährlich als das kohlensaure Gas. Das Stickstoffgas ist geruchlos, verlöscht die Lichter plötzlich, und trübt das

Kalkwasser nicht, wodurch es sich sehr gut von dem kohlensauren Gase unterscheidet.

Die bösen Wetter, welche in den Braunkohlengruben der Provence vorkommen, zeigen sich besonders während der warmen Jahreszeit in denjenigen Theilen der Grube, in denen der Wetterzug matt ist, die in der Nähe alter Baue, stehender Wasser und Massen erdiger Braunkohlen befindlich sind. Bei übrigens gleichen Umständen sind sie in der Nähe von thonigen Steinkohlen ꝛc. noch stärker. Man erkennt es an der Flamme des Lichts, die röthlich, länglich und schwankend wird, und endlich ganz verlöscht. Die Bergleute unterscheiden diese Wetter, die aus einem Gemisch von kohlensaurem und Stickstoffgase in verschiedenen Verhältnissen bestehen, durch ihren stechenden Geruch, dadurch, daß sie eine Schwere des Kopfs, ein Zischen vor den Ohren, ein Anschwellen und Verhärten des Unterleibes, einen Druck in der Brust, eine Art Zittern in den Schenkeln und Beinen, und Uebelkeiten veranlassen, welche die schleunigste Hülfe erfordern. Die Opfer dieser bösen Wetter haben stets einen aufgeschwollenen und gespannten Leib, wie die Ertrunkenen. Gindre, Direktor der Bergwerke von Auriol im Departement der Rhonemündungen, verbesserte solche Wetter durch feuchten Chlorkalk, den er an verschiedenen Orten in den Gruben, wo sich die Wetter befanden, hinwerfen ließ.

Was nun die arsenikalischen und Merkurial-Dämpfe betrifft, so findet man sie in denjenigen Bergwerken, in denen diese Metalle gewonnen werden. Da sie tödtlich sind, so muß man sie durch einen starken Wetterzug aus den Bauen heraus zu schaffen, oder sie mit einer großen Masse atmosphärischer Luft zu vermischen suchen.

Von dem Wasserstoffgase.

Das gekohlte Wasserstoffgas der Bergwerke, Grubengas, von dem Bergmanne aber schlagende Wet-

ter genannt, ist fast immer mit etwas Stickstoffgas oder Kohlensäure vermischt, wodurch es weniger brennbar wird *). Hundert Kubikzoll von diesem Gase wiegen nur ungefähr neunzehn Gran, und wegen dieser außerordentlichen Leichtigkeit sucht es sich stets zu erheben.

Das Grubengas entwickelt sich mit einem kleinen Geräusch und mit etwas Knistern aus den Steinkohlen, nicht allein wenn dieß Brennmaterial noch auf der Lagerstätte befindlich, sondern auch dann, wenn es schon gewonnen ist. An manchen Stellen dringt es in solcher Menge hervor, daß man Röhren auf solchen Blasern anbringen, und das Gas mittelst lederner Schläuche aus der Grube herausleiten und anzünden kann. Man findet die schlagenden Wetter auch in einigen Salz- und metallischen Bergwerken **), hauptsächlich kommt es aber aus den sehr fetten und zerreiblichen Steinkohlenarten in bedeutendster Menge hervor, und aus diesem Grunde taugen diese trefflichen Kohlen weit weniger zur Gaserzeugung in den Erleuchtungs-Apparaten; denn das Wasserstoffgas entweicht aus den Kohlen, und es bleibt zur Destillation nur sehr wenig zurück.

In der Nähe der Rücken, Gewirre, Erweiterungen der Flötze, und überhaupt an solchen Orten, wo die Steinkohlen und der ihr Dach bildende Schiefer zerreiblich und zerklüftet sind, ist die Entwickelung des Wasserstoffgases häufiger. Alsdann ist es auch sichtbar, und zeigt sich als ein leichter weißlicher Nebel, der sich, da er leichter als die

---

*) In reinem Zustande besteht das Grubengas dem Volum nach aus 2 Maaß Wasserstoff- und aus $\frac{1}{2}$ Maaß Kohlenstoffgas. H.

**) Am Oberharze sind erst im Januar 1829 auf der Grube Bergwerkswohlfahrt bei Clausthal schlagende Wetter vorgekommen. S. den lehrreichen Aufsatz des Bergsecretairs Hrn. Dr. Zimmermann in Karsten's Archiv, Bd. XIX. S. 499 ꝛc. H.

atmosphärische Luft ist, an der Förste der Strecken aufhält. — Zuweilen bildet dieses Gas eine Art Blasen oder Ballons, die von einer dünnen, dem Spinngewebe ähnlichen Haut umgeben sind, welche denselben Eindruck auf das Gefühl machen. Die Bergleute zerdrücken diese Blasen mit den Fingern, ehe sie mit dem Lichte darüber kommen und eine Explosion verursachen. Wenn das Gas sich in einem Theile der Grubenbaue, wo die Wetter nicht ziehen, so anhäuft, und wenn es den dreizehnten Theil von deren Volum bildet, so entzündet es sich an der Lichtflamme, und veranlaßt Explosionen, durch welche die Bergleute verbrannt, die Baue zerstört und, nachdem sie alle diese Verwüstungen angerichtet haben, die Wetter auf den Strecken plötzlich tödtlich gemacht, und wenige Augenblicke darauf denjenigen Bergleuten verderblich werden, welche Feuer und Zusammenstürzen der Baue verschont hatte; 68 Bergleute, welche bei der unglücklichen Katastrophe, die das Steinkohlenbergwerk von Horlot bei Lüttich am 10. Januar 1812 traf, dem Feuer und den Schlägen der schlagenden Wetter entronnen waren, wurden von den bösen Wettern erstickt, welche durch die Verbrennung jener entstanden, und sich in den Bauen verbreiteten. —

Man kann die Entstehung dieser drei Gase nicht verhindern, da man die Ursache ihrer Entstehung nicht kennt. Man weiß wohl, daß eine große Anzahl in einem kleinen Raume mit Lichtern eingeschlossener Menschen die Wetter verderbt, und sie zur Erhaltung des Lebens untauglich macht; allein diese Ursache findet nur zufällig in den Gruben statt, und wären keine andern vorhanden, so könnte man das Uebel leicht beseitigen. Unglücklicherweise ist dieß aber nicht der Fall, denn diese Gase entwickeln sich aus dem Innern der Erde, und häufen sich so schnell an, daß man ein mächtiges Mittel, um sie aus den Grubenbauen zu vertreiben anwenden, oder eine Vertheilung in einer großen Masse atmosphärischer Luft herbeiführen muß; denn

wenn einige Stunden nach ihrer Vertreibung verflossen sind, so ist die Gefahr wiederum eben so groß *).

Wetterscheider, Wetterthüren, Wetterlutten, Wetterbläser, Wettersauger und Wetteröfen.

Alle Mittel der Wetterführung auf Gruben, oder um dieselben von den Gasen zu befreien, die zur Unterhaltung der Verbrennung untauglich sind, reduciren sich bis jetzt darauf, durch irgend eine Oeffnung äußere Luft in die Grubenbaue zu leiten, und dieselbe zu nöthigen, durch eine andere wiederum abzuziehen, so daß sie den Kohlen-, Stick- und Wasserstoff in einen bei weitem mächtigern Strom guter Luft aufnimmt.

Demnach besteht also die ganze Kunst der Wetterführung darin, diese Circulation zu befördern, sie durch irgend ein Mittel hervorzubringen, wenn sie nicht von selbst statt findet, und alle Umstände zu benutzen, welche sie erleichtern können. Dieß sind Alles Sachen, die dem Anschein nach einfach und leicht ausführbar sind, in der Ausführung jedoch große Schwierigkeiten haben, besonders in Beziehung auf die schlagenden Wetter, deren Wirkungen so fürchterlich sind.

Der Unterschied des specifischen Gewichts zwischen der warmen und kalten Luft, welcher veranlaßt, daß sich die erstere stets zu erheben und die andere, als die schwerere, nieder zu sinken sucht, ist eins der bedeutendsten Mittel der Wetterführung. Daher braucht man zuweilen uur die Temperatur in dem einen Schacht einer Grube, oder auch nur in einer Schachtabtheilung, künstlich zu erhöhen, um einen Wetterzug zu bilden, der zu einer Oeffnung einfällt und aus

---

*) Im Jahre 1827 wurden auf einer Steinkohlengrube bei Sprockhövel in Westphalen vier Bergleute durch böse Wetter, die aus Schwefelwasserstoffgas bestanden, erstickt. Karsten's Archiv, Bd. XVI. S. 208. H.

aus der andern herauszieht. Wenn diese Circulation natürlich ist, so ist sie im Sommer gerade die umgekehrte von der im Winter (Taf. XI. Fig. 1.). Im Sommer fallen die Wetter von außen durch den Schacht CB ein, werden in der Grube frischer, und strömen auf dem Stollen BA wiederum aus. Im Winter dagegen fallen die Wetter durch den Stollen AB ein, erwärmen sich in der Grube, und ziehen durch den Schacht BC wieder aus. Auf einen Stollen, der mit keinem andern Bau durchschlägig ist, entsteht ebenfalls ein Wetterzug. Im Sommer strömen die wärmern äußern Wetter an der Förste ein, und ziehen, nachdem sie auf dem Stollen kälter geworden sind, auf der Sohle wieder ab; im Winter dagegen fallen sie an der Sohle ein, und ziehen an der Förste ab (Taf. XI. Fig. 2.).

Die verschiedenen Gase, die sich im Innern der Grube bilden können, suchen entweder an der Förste einer schwebenden Strecke auszuziehen, oder an der Sohle, gleich einer Flüssigkeit, auszuströmen. Fig. 3. Taf. XI. zeigt den doppelten Gang dieser Gase, der auf ihrem specifischen Gewichte gegründet ist.

Wenn eine Grube mehrere mit einander in Verbindung stehende Schachte oder Stollen hat, so gelangt man leicht dahin, den Wetterzug mitten durch die Baue zu führen, indem man die Wetter mittelst Thüren durch alle Baue zu ziehen nöthigt, und dem kürzesten Wege zu folgen verhindert. Man erreicht diesen Zweck um so leichter, wenn die Mundlöcher der Stollen oder Schachte in verschiedenem Niveau liegen. Jedoch zeigen sich die schlechten und bösen Wetter gewöhnlich eher, als die Baue mit einander durchschlägig werden, und man jenen einen natürlichen Abzug verschaffen kann. Alsdann muß man seine Zuflucht zu Wetterscheidern, Wetterlutten, Wetterblasern, Wetteröfen ꝛc. nehmen.

Die Wetterscheider trennen, wie wir schon im

ersten Abschnitte dieses Hauptstücks bei der Zimmerung bemerkten, die Fahrschachte von den Förderschachten. Sie bestehen aus Brettern, die wohl zusammengefügt und mit Moos kalfatert sind, und sich über die Schachtöffnung ein Lachter hoch erheben, damit sich der Wind dem Wetterzuge, der zwischen der großen und der kleinen Abtheilung des Schachtes entsteht, und oft hinreichend ist, um die guten Wetter bis auf eine große Tiefe zu erhalten, widersetze. In dem Fahrschacht ist der Wetterzug oft so stark, daß man kaum das Licht brennend erhalten kann, und die Klappe an der obern Oeffnung zu verschließen genöthigt ist. Je größer die Verschiedenheit zwischen der äußern und der Temperatur des Schachttiefsten ist, desto lebhafter ist der Wetterzug; auch beläſtigt alsdann der Lichtschwalk und der Pulverdampf die Bergleute nicht. Nur verändern die Strömung des Windes, die Temperatur und andere Nebenumstände die Richtung des Wetterzuges; denn bald fallen sie von außen durch den Fahrschacht ein, und bald zieht der Dampf aus demselben hinaus. Auf Strecken und Stollen dient das Tretwerk oft als Wetterscheider, und diese horizontalen Züge stehen mit den Kaminen oder mit den Wetterschachten in Verbindung.

Die Wetterleitungsröhren oder die Wetterlutten bestehen entweder aus Brettern oder aus gebohrten Baumstämmen. Den viereckigen Lutten giebt man 6 bis 8 Zoll Quadrat innere Weite, den runden 4 bis 6 Zoll innern Durchmesser. Man fügt sie wie Wasserleitungsröhren zusammen, erhöhet sie ein Lachter über die Schachtöffnung, und versieht sie mit einem Aufsatz, auf dem man eine Windfahne anbringt, so daß die Oeffnung stets dem Winde zugekehrt ist. Zuweilen stehen diese Lutten mit Wetterbläsern oder Wettersaugern in Verbindung, die entweder aus Blasebälgen oder aus andern Blasemaschinen bestehen, und die man von Zeit zu Zeit, oder auch fortwährend, je nachdem es erforderlich ist, im Gange erhält.

Der sogenannte Harzer Wettersatz, eine Art Baaderſches Gebläſe, kann durch ein Kind bewegt werden. Durch dieſes Mittel bringt man gute Wetter in die Baue, oder ſchafft die ſchlechten weg. So geringe Ausdehnung dieſe aber auch haben, ſo werden ſie bald unzulänglich, beſonders wenn die Wetterlutten eng und von einer gewiſſen Länge ſind; denn die Reibung der Luft im Innern dieſer Röhren hebt einen Theil der Wirkung wieder auf. Um kleinern Räumen friſche Wetter zuzuführen, habe ich die Wetterbläſer ſtets wirkſam gefunden *).

Die Wetterkamine ſind mehr oder minder ſeigere, enge, gewöhnlich von unten nach oben getriebene Schachte, welche den Zweck haben, den Tiefbauen Wetter zuzuführen, indem man ſie mit den obern Bauen und ſelbſt mit den Tageöffnungen in Verbindung ſetzt. Da dieſe Schachte gewöhnlich nur 3 bis 4 Fuß weit ſind, ſo braucht man ſie nur dann in Zimmerung zu ſetzen, wenn das Gebirge ſehr brüchig iſt, und ſelbſt dann wendet man auch nur eine leichte Zimmerung an. Man nennt auch die Röhren, die man über den Schachtöffnungen zur Erhöhung des Schachtes, und um den Wetterzug zu befördern, anbringt, Kamine.

Die Wetteröfen (Fig. 4. Taf. XI.) ſind Apparate, die man am oberen Ende der Wetterlutten, von denen wir weiter oben redeten, anbringt. Sie beſtehen aus einem Aſchenfall a, einem Heizraume b, mit einem zwiſchen beiden liegenden Roſt, und aus einem mehr oder minder hohen Kamin c; die Wetterlutte d, deren unteres Ende bis zum Geſenk des Schachtes, oder bis vor das Stol-

---

*) Siehe Villefoſſe Mineralreichthum. III. S. 59. und Tafel 19. Fig. 31. Um dem Bequay-Stollen zu Rancié in Frankreich friſche Wetter zuzuführen, wird ein Waſſertrommelgebläſe angewendet. d'Aubuiſſon in den Annales des Mines. 1828. 3. Livr. 367., 5. Livr. 211. und in Karſten's Archiv, Bd. XIX. S. 518.

H.

len- oder Streckenort reicht, geht bis unter den Rost, auf welchem das Brennmaterial liegt, und besteht an diesem Ende aus Eisen, damit sie nicht anbrenne. Die Thüröffnungen a und b zum Aschen- und Heizkasten werden durch Thüren, die mit Lehm verstrichen werden, fest und luftdicht verschlossen, so daß die zur Verbrennung unumgänglich nothwendige Luft nur aus der Lutte herkommen kann, welche auf diese Weise die schlechten Wetter aus den Bauen wegsaugt. Da dieselben nun sogleich durch frische Wetter ersetzt werden, die in die Baue fallen, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, so entsteht ein Wetterzug, welcher den Bergleuten sich ohne Gefahr und Unbequemlichkeit in den Bauen aufzuhalten erlaubt.

Häufig bringt man die Wetteröfen über alten, nicht mehr zu befahrenden Schachten an, in denen sich die Fahrung, der darin befindlichen schlechten Wetter wegen, verbietet. In diesem Falle muß man sich mehrerer Schläuche von Leder oder von undurchdringlicher Leinwand bedienen, die in dem Schachte hinabgehen, und die sich unter dem Rost in eine einzige Röhre endigen. Eine Feuerung von einigen Stunden ist oft hinreichend, um die erwünschte Wirkung hervorzubringen.

Die Wetteröfen sind bei weitem wirksamer als die Wettersauger, da sie unmittelbar auf die schlechten Wetter wirken und sie in die Höhe führen, wogegen die Wettersauger nur einen Ueberschuß von guten Wettern einführen, ohne die weit schwereren Gase zwingen zu können, daß sie den Bau, welchen sie erfüllen, verlassen. Nach Herrn Communeau (der nächstens eine gediegene Abhandlung über den Wetterzug und die Wetterführung herausgeben wird) werden durch 1 Kilogr. in einem Wetterofen verbrennender Steinkohlen 134 Kilogr. schlechte Wetter aus der Grube herauszugehen, und 134 Kilogr. frische Wetter sie zu ersetzen genöthigt. Die besten Wetterbläser oder

Wettersauger bringen eine bei weitem geringere Wirkung hervor. Jedoch kann ein Wettersauger, wie er hin und wieder, z. B. auf dem Oberharze, angewendet wird, wenn er richtig construirt ist, die schlechten Wetter recht gut aus einer Grube entfernen.

Die Wetteröfen verursachen keine großen Kosten, jedoch müssen sie aus einer doppelten Ziegelsteinmauer bestehen, damit die äußere Luft durch die Ritzen in der Mauer nicht zu dem Heizraume dringe. Die Steine müssen in Lehm gelegt, und außerhalb mit einem Kalkmörtel überzogen werden.

Man vermehrt ihre Wirkung, indem man das Kamin um einige Fuß, oder selbst um einige Lachter erhöhet, wodurch der Zug ungemein verstärkt, und die Verbrennung weit lebhafter wird, welches besonders nöthig ist, wenn man bemerkt, daß das Holz verkohlt und die Steinkohlen sich zu Kohks verwandeln, oder wenn es schwer hält, einen Wetterzug herzustellen.

Die Dimensionen eines gut ziehenden Wetterofens, so wie ich ihn an mehreren Schachten habe construiren lassen, sind folgende:

Der runde Aschenkasten ist 10 Zoll weit und bis unter den Rost 2 Fuß hoch. Der ebenfalls runde Heizkasten hat denselben Durchmesser, ist von dem Rost bis zum Kamin 18 Zoll hoch und da, wo dieses anfängt, gewölbt. Der Durchmesser des Kamins beträgt unten 12 und oben 8 Zoll. Die ganze Höhe des Ofens von der Sohle bis zur obern Kaminöffnung beträgt 7 Fuß, die Dicke der Mauern, die wenigstens inwendig aus Ziegelsteinen bestehen, 2 Fuß. Die Heizthür ist 9 bis 10 Zoll im Quadrat, die Thür des Aschenkastens 18 Zoll hoch und ungefähr 1 Fuß weit.

Wenn man recht trocknes Holz oder gute Steinkohlen verbrennt, deren Asche durch die Roststäbe fällt, so kann die Heizung mittelst eines an dem Ofen errichteten, kleinen

Gerüstes mit einer Fahrt durch die obere Kaminöffnung geschehen, und es ist dann nicht nöthig, die Heizthür so oft zu öffnen und sie wiederum zu verstreichen.

Die Wetterröhren, die oft durch große, mit einem Roste versehene Feuerbecken, die man zur Erwärmung der Luft und zur Wetterführung in die Wetterschachte hängt, ersetzt werden, sind da, wo schlagende Wetter aus den Bauen geführt werden sollen, gefährlich, besonders wenn sie, unvernünftiger Weise, in der Grube selbst angebracht worden sind. Denn es kann der Fall seyn, daß die Wetter, wenn sie unter den Rost treten, noch explodirend sind und dann Unglücksfälle herbeiführen. Der Bergcommissair Chevremont zu Mons hat diesem Nachtheil dadurch zuvorzukommen gesucht, daß er vor dem Rost einen Rahmen mit Metallgaze anbringt, die eben so fein wie die der Davyschen Sicherheitslampen ist. Es wird hierdurch die Fortpflanzung der Entzündung des Gases in den Bauen verhindert.

Aller dieser Vorrichtungen ungeachtet muß man durch eine gute Vorrichtung der Baue, so wie durch wenigstens zwei Schachte oder durch einen Stollen und einen Schacht, die man zu gleicher Zeit betreibt, um desto eher zum Zwecke zu gelangen, einen natürlichen Wetterzug herbeizuführen suchen, und dieß nennt man die eigentliche Wetterführung, weil dabei gar keine Maschinen angewendet werden. Alle mechanischen Mittel hören auf zu wirken, sobald sie in Stillstand kommen.

Die Kunst der Wetterführung, besonders auf Steinkohlengruben, besteht zuvörderst darin, einen möglichst regelmäßigen Grubenbetrieb vorzurichten, krumme Strecken und Stollen zu vermeiden, und die von außen durch einen Schacht einfallenden frischen Wetter zu nöthigen, alle in Abbau befindliche Pfeiler oder Streben, vor welchen eine große Anzahl Menschen und Lichter befindlich sind, und wo die bedeutendste Wasserstoffgas-Entwickelung statt findet, zu bestreichen. Man erreicht diesen Zweck, wenn die Wetter-

führung lebhaft und gedrängt ist, d. h. wenn man es zu vermeiden sucht, daß die eingeführten frischen Wetter sich in den Klüften verlieren und zerstreuen, weshalb man dieselben mit Bergen sehr sorgfältig verschließen muß, wie es mit vieler Umsicht in den Steinkohlenbergwerken von Mons, Lüttich ꝛc. geschieht, und indem man die mit schlagenden Wettern vermischten Grubenwetter auf dem möglichst kürzesten Wege, auf welchem keine Fahrung statt findet, abzuziehen nöthigt *).

Der englische Berg-Ingenieur James Ryan hat eine neue Methode der Wetterführung auf Steinkohlengruben, die von schlagenden Wettern heimgesucht werden, vorgeschlagen; denn da dieselben weit gefährlicher als alle andern bösen Wetter sind, so ist es besonders wichtig, sich gegen dieselben zu sichern. Verbrannte und erstickte, oder durch die Explosionen, diese Geißel des Bergbaues, zerrissene Menschen, diese so häufig gewordenen Ereignisse mußten nothwendiger Weise das Nachdenken und die Sorge Derjenigen erwecken, welche die Gefahr und die Mittel sie abzuwenden in ihrem Umfange kannten. „Durch mein Amt verpflichtet", sagt Ryan, „oft Zeuge schrecklicher Auftritte zu seyn, veranlaßt mich die Menschlichkeit zu der Bekanntmachung eines neuen Systems des Wetterzuges für Steinkohlenbergwerke, welches das Resultat eines dreizehnjährigen Nachdenkens und neuer, mit Sorgfalt angestellter Versuche ist **)". Derselbe geht in seiner Abhandlung, ehe er zur Beschreibung seines Verfahrens gelangt, in sehr weitläufige Bemerkungen über die Wetterführung im Allgemeinen ein. Jenes besteht nun darin, daß er alle Baue

---

*) Baillet, Journal des Mines. No. 18. p. 1. Karsten's Archiv. X. S. 132. H.

**) Repertory of Arts. 1818. Karsten's Archiv. Bd. IX. S. 253. Gray's praktischer Chemiker ꝛc. Weimar 1829. S. 427. und Taf. 51. H.

mit einer, in einer höhern Sohle liegenden Strecke umgiebt, und sie alle mittelst kleiner Schachte oder Bohrlöcher mit derselben in Verbindung setzt. Diese Wetterstrecke ist wiederum mit zwei Tageschachten durchschlägig. Man sieht, daß diese Art der Wetterführung darauf gegründet ist, daß das Kohlenwasserstoffgas in Folge seiner Leichtigkeit stets den obern Theil der Baue einzunehmen strebt, und da es nicht immer leicht ist, auf einer Strecke die Wetterzone genau zu bestimmen, in welcher man ohne Gefahr das Licht tragen kann, so hat Ryan dieser großen Unbequemlichkeit dadurch abzuhelfen gesucht, daß er den schlagenden Wettern vorher einen Ausweg an einem Orte verschaffte, von wo sie durch den Wetterschacht weggesogen werden. Auf diese Weise werden die im Betriebe stehenden Baue von den schlechten Wettern befreit, und zeigen durchaus keine Gefahr *).

Ungeachtet aller dieser Sorgfalt und aller dieser Mittel, einen Wetterzug hervorzubringen, wodurch das inflammable Gas hinweggeführt oder neutralisirt wird, ist es doch unter einer Menge von Umständen ganz unmöglich, seinen Zweck zu erreichen. Ehe daher der nun verewigte Humphrey Davy seine Sicherheitslampe erfunden hatte, war man genöthigt, das Gas ein- oder zweimal täglich, da, wo es sich angehäuft hatte, anzuzünden, und diese gefährliche Arbeit geschah durch einen maskirten und mit Leder bekleideten Bergmann, den sogenanten Feuermann (Fireman im Engl.), der auf dem Bauche bis mitten an den gefährlichen Ort kroch, und daselbst mittelst eines, an mehrern zusammengebundenen Stangen befestigten Lichts die Wetter entzündete und fürchterliche Explo-

---

*) Ueber die Wetterlehre siehe: Delius Bergbaukunst. II. S. 1 ꝛc. A. v. Humboldt, über die unterirdischen Gasarten. Braunschweig 1799. Villefosse, Mineralreichthum. II. S. 216., III. S. 59. Edinburgh Encyclopaedia. Vol. XIV. Art. Mine. p. 360. Holzmann's hercynisches Archiv, Halle 1806. S. 252. H.

sionen veranlaßte. Lange Zeit hindurch kannte man selbst das Mittel nicht, die schlagenden Wetter mittelst eines Flintenschlosses mit Zündkraut anzuzünden, so daß, wenn man durch irgend eine Ursache genöthigt worden war, die Baue zu verlassen, das Gas sich in denselben so anhäufte, daß es ganz unmöglich war, dasselbe anzuzünden, ohne Menschen und Grube den größten Gefahren auszusetzen. In einigen sehr schlecht betriebenen Bergwerken, wo man nur dieses alte Verfahren kennt, wird es noch jetzt angewendet.

Von der Davyschen Sicherheitslampe.

Die Sicherheitslampe oder vielmehr Sicherheitslaterne des berühmten Davy, dem die Steinkohlenbergleute ewig dankbar sein müssen, besteht, wie Fig. 23. 27 und 28. Taf. IV. zeigen, aus drei besondern Stücken:

1) dem Oelbehälter oder der eigentlichen Lampe;

2) dem Gewebe von Metallgaze, von Eisen- oder Kupferdraht, welches für die Flamme undurchdringlich ist;

3) dem Gehäuse, welches dazu dient, die Umhüllung mit dem Oelbehälter zu verbinden, und sie mittelst 5 Stangen von Eisendraht und des Hutes von Blech vor dem Stoß zu bewahren. Die Construction der Lampe ist auf der Beobachtung gegründet, daß ein Metallgewebe, welches 100 Oeffnungen auf den Quadratzoll enthält, und dessen Eine Masche nur $\frac{1}{20}$ Zoll mißt, die sehr merkwürdige Eigenschaft hat, die Flamme nicht durchzulassen, so daß, wenn man eine solche angezündete Lampe mitten in eine Atmosphäre bringt, die aus mehr als $\frac{1}{13}$ gekohltem Wasserstoffgase zusammengesetzt ist, und die dann explodiren kann, das Gas alsdann in die Laterne tritt, sich an der Flamme der Lampe entzündet und die Metallgaze rothglühend macht, ohne daß sich die Flamme nach außen verbreitet. Jedoch ist eine wesentliche Bedingung, damit diese Wirkung statt finden könne, die, daß der Raum, von welchem die Flamme in der Lampe begrenzt ist, mit der äußern Atmosphäre durch

keine Oeffnung, keine Fuge oder keine Spalte, die größer als eine Masche der Gaze ist, in Verbindung steht, und um diesen Zweck zu erreichen, und um die Unvorsichtigkeit und Verwegenheit der Bergleute zu vermeiden, hat man einige Veränderungen an der Davyschen Lampe vornehmen müssen.

Da die Flamme der Lampe den obern Theil der Gaze, obgleich sie hier doppelt ist, stark angreift, so ließ der Bergcommissair Chevremont denselben mit einer Büchse von gewalztem Kupfer umgeben, welches mit eben so kleinen Oeffnungen als die Gaze durchbohrt worden war. Durch diese Verbesserung wurde ein Durchbrennen des obern Theils der Gaze, welches sonst schon nach einigen Wochen Gebrauch statt fand, und dann die Entzündung der schlagenden Wetter herbeiführen konnte, gänzlich verhindert. Chevremont verbesserte auch noch die sinnreiche Anwendung, die Davy von einer eigenthümlichen Eigenschaft des Platindrahtes auf seine Sicherheitslampe gemacht hatte. Wenn nämlich das Kohlenwasserstoffgas zwei Fünftel der Grubenwetter bildet, so verlöschen die Lampen, und die Bergleute finden sich in die tiefste Dunkelheit versetzt, wodurch Unglücksfälle entstehen können. Um diesem Uebel abzuhelfen, hing Davy in das Innere seines Gaze-Cylinders einen in eine Spirallinie gedreheten Platindraht auf, der, wenn er durch die Flamme der Lampe rothglühend geworden, die Eigenschaft hat, die langsame Verbrennung der inflammablen Gase mit einer weit geringern Menge von atmosphärischer Luft zu bewerkstelligen, als zur Verbrennung mittelst des Dochtes erforderlich ist. Der durch die langsame Verbrennung des Kohlenwasserstoffgases entwikkelte Wärmestoff erhält den Platindraht in der Rothglühhitze, und er verbreitet in diesem Zustande so viel Licht, daß der eine Lampe tragende Bergmann in den Strecken fahren kann. Gelangt er dann in eine Atmosphäre, die mehr Sauerstoffgas enthält, so brennen die schlagenden Wetter

in dem Cylinder wieder rascher, und der Docht entzündet sich auch wieder von selbst. Man konnte keine glücklichere Anwendung von zweien, dem Anscheine nach gar nicht mit einander in Verbindung stehenden Erscheinungen machen, die, durch eine geschickte und kenntnißreiche Hand mit einander verbunden, wahrscheinlich schon das Leben vieler Bergleute, und mehr als eine Grube vor der Zerstörung bewahrt haben.

Chevremont hat die Lage dieser Platinspirale dahin verbessert, daß sie nicht derangirt werden kann, wenn man den Gazecylinder mit einer Bürste reinigt. Da er nun ferner auch bemerkt hatte, daß ein einziger Spiraldraht nicht hinreichendes Licht gab, um mit Sicherheit in der Grube fahren zu können, so ließ er bis 8 Drähte zusammendrehen, so daß sie eine Spirale bilden. Demnach besteht nun die vervollkommnete Davysche Sicherheitslampe aus dem Oelbehälter A Fig. 23. Taf. IV., dem Drahtgeflecht B, der kupfernen Kapsel B' am obern Ende des Cylinders, und dem Gehäuse M, woran ein Ring befestigt ist, an welchem man die Lampe trägt. Im oberen Ende des Cylinders ist auch ein kleiner Reflector von polirtem Stahl oder von versilbertem Eisen befindlich, der die Intensität des Lichts vermehrt.

Der in Fig. 27. im Durchschnitte dargestellte Oelbehälter oder untere Theil der Lampe enthält folgende Theile: a den Oelbehälter, in welchem der Docht liegt, b die Tülle, c Raum, durch welchen das Oel eingegossen, und der mit einer langen Schraube Fig. A. verschlossen wird; d Haken, mittelst welcher der Docht hoch und niedrig gestellt und geputzt werden kann, ohne daß man die Lampe zu öffnen braucht; e Schraube, mittelst welcher der Gazecylinder an den Oelbehälter geschraubt wird.

Anfänglich hatte man außerhalb an dem Oelbehälter eine Röhre angebracht, durch welche man, ohne den Cylinder zu öffnen, Oel hineingießen konnte; man hat sie

jedoch, nachdem man sie mehrmals verändert hatte, ganz weggelassen. Zuerst verschloß man die Lampen mittelst eines kleinen Schlosses, jetzt geschieht dieß aber mittelst der Schraube Fig. A, zu der ein Schlüssel paßt, den die Arbeiter nicht in die Hände bekommen; denn alle diese Vorsichtsmaaßregeln dienen dazu, es zu verhindern, daß die Bergleute die Lampe öffnen und dadurch ein Unglück herbeiführen können, indem alsdann die schlagenden Wetter mit der Flamme in Berührung kämen.

Da die in Fig. 28. dargestellte Platinspirale die Lampe theurer und complicirter machen muß, so halte ich es für überflüssig, sie bei allen, die in den Gruben angewendet werden, anzubringen. Allein es wird stets sehr zweckmäßig sein, einige zu haben, die dann an solchen Stellen gebraucht werden, von denen man vorher weiß, daß daselbst die Wetter das Licht nicht immer zu unterhalten im Stande sind.

Dieses kostbare Instrument ist nicht bei allen Bergwerken gleich willfährig aufgenommen worden. Diejenigen Bergleute insbesondere, die Feinde von Neuerungen sind, sobald sie dadurch von ihrem alten Schlendrian entfernt werden, besonders wenn diese Neuerungen ihnen nur auf Kosten ihrer Bequemlichkeit Sicherheit verschaffen, haben nur mit Gewalt zur Annahme der Lampen gezwungen werden können. Unter dem Vorwande, daß sie ihnen nicht hinreichendes Licht gewährten, haben sie sie lange Zeit hindurch verworfen. Mehrere Bergleute sind Opfer ihres Starrsinnes und ihrer Ungeschicklichkeit geworden, indem sie die Lampen öffneten, um ihre Pfeifen damit anzuzünden u. s. w. Dennoch ist die Davysche Lampe in England, in den Niederlanden, in Frankreich, in Rheinpreußen u. a. m. a. O. im Gebrauch. Zu Anzin z. B. sind über 2000 Stück vorhanden.

Der einzige gegründete Vorwurf, der ihnen gemacht werden könnte, ist der, daß ihre Unterhaltung viel Mühe

macht und viel Sorgfalt erfordert. Jedoch wird diese Mühe durch die Sicherheit, die sie denjenigen verschafft, die gut damit umzugehen wissen, so wie durch die Oelersparung, welche sie gewähren, doppelt aufgehoben. Sie verbrennen bei weitem weniger Oel als die gewöhnlichen Lampen, besonders wenn man gereinigtes Oel anwendet.

Das große Feuerzeug, von dem wir schon oben bei den verschiedenen Erleuchtungsmitteln redeten, wurde nur in den Gruben, in denen schlagende Wetter waren, angewendet; jetzt, da wir ein bei weitem besseres Mittel besitzen, ist es außer Gebrauch gekommen *).

Von den Respirations-Apparaten.

Wenn man in einen Schacht oder an irgend einen Punkt in einer Grube fahren will, um einen daselbst Erstickten zu retten, so kann man zwar mit Recht fürchten, dasselbe Schicksal zu haben. Da wir nun aber jetzt wissen, daß man die Ertrunkenen nnd die Erstickten, selbst nach mehreren Stunden dieses Scheintodes, wieder in's Leben zurückrufen kann, so ist es doch auch schwer, dem Verlangen zu widerstehen, seinen Nächsten einem Tode zu entreißen, der ganz sicher wird, sobald der Verunglückte länger in dem verderblichen Gase bleibt.

Pilatre de Rosier, dessen Name auf eine so traurige Weise mit der Geschichte der Luftschifffahrt ver-

---

*) Was das Geschichtliche, die Verbesserungen und den Gebrauch der Davyschen Sicherheitslampe betrifft, so wird auf folgende Schriften verwiesen: Annales des Mines. I. p. 177., VIII. p. 209. Instruction pratique sur l'emploi des lampes de sûreté, publiée par le Directeur général des Mines. Paris 1824. — Gilbert's Annalen der Physik. Jahrg. 1820 u. f. f. Karsten's Archiv. I. a. S. 165., II. a. S. 173., II. b. S. 159. Dumas, angewandte Chemie, übersetzt von Alex und Engelhart. I. S. 545. und Taf. 13. Nürnberg 1829. Neueste Verbesserung: Dingler's polytechnisches Journal. Zweites Octoberheft. 1829. S. 125. H.

knüpft ist, hat sehr sinnreich eine Art Maske oder eine künstliche Nase von Eisenblech, die über dem Munde und an dem Kopfe durch Riemen befestigt wird, vorgeschlagen und selbst angewendet (Taf. XI. Fig. 6.). Mittelst dieser Maske, die mit einem mehrere Meter langen Schlauch von Wachstaft, der durch eine Spirale von Eisendraht gespannt wurde, versehen war, drang derselbe, ohne die geringste Unbequemlichkeit zu empfinden, in einen Braubottich, in welchem er 4 bis 5 Fuß kohlensaures Gas über seinem Kopfe hatte, ging darin herum, und blieb länger als eine halbe Stunde darin, während die hineingebrachten Thiere sogleich erstickt zu seinen Füßen niedersanken. Durch den mit der Nase verbundenen Schlauch sog er die frische Luft ein, und stieß die verdorbene aus den Lungen durch den Mund aus. Würde dieses einfache Mittel verbessert, so könnten durch dasselbe gewiß recht viele Opfer böser Wetter gerettet werden; allein nach 30 Jahren ist in dieser Hinsicht leider noch nichts gethan worden.

Die Maske von Pilatre de Rosier kann übrigens nur dann angewendet werden, wenn man nur in geringer Entfernung von Tage eindringt; denn dem Wachstaft-Schlauch kann man keine sehr bedeutende Länge geben, ohne befürchten zu müssen, daß er zerreißt, oder daß er sich in Falten legt, und in dem einen so wie in dem andern Falle würde er aufhören, seinen Zweck zu erfüllen.

Der Apparat, den Alex. von Humboldt in den Bergwerken des Harzes angewendet hat, kann dagegen auf einer weiten Entfernung von Tage ab, auf den längsten Stollen und in den tiefsten Schachten angewendet werden. Er unterscheidet sich von dem vorhergehenden dadurch, daß die Röhre, die in diesem Falle auf dem Munde befestigt ist (Taf. XI. Fig. 5.), mit einem Luftbehälter in Verbindung steht, den der Arbeiter auf seinem Rücken trägt, oder den er, wenn er mitten in den bösen Wettern arbeiten muß, auf einem kleinen Wagen mit sich führt.

Wenn der Behälter auf dem Rücken getragen werden muß, so kann man ihm noch einen Inhalt von $6\frac{1}{2}$ Kubikfuß geben, indem man ihn 3 Fuß lang, 22 Zoll breit und 14 Zoll dick macht, und man hat berechnet, daß dieses Volum Luft fast dasjenige ist, welches ein Mensch in funfzehn bis sechszehn Minuten einathmen muß. In den meisten Fällen ist dieser Zeitraum mehr als hinreichend, um einen Erstickten aus einer Grube herauszuschaffen.

Nach Communeau verbraucht ein Bergmann in 24 Stunden 19 Kubikmeter; seine Transspiration erfordert 181 Met., und wenn er 1 Kilogr. Oel verbrennt, so werden dadurch auch noch 40 Kubikmeter absorbirt; im Ganzen sind daher 240 Kubikmeter oder in einer Stunde 10 Kubikm. atmosphärische Luft erforderlich.

Das Reservoir muß aus einem recht geschmeidigen, wachstaftenen Sacke bestehen, der mit einem Ringe versehen ist, an welchem die Röhre befestigt wird. Er muß in einem flachen Korbe stecken, um vor dem Stoße und der Reibung gesichert zu sein. Der Mann, welcher den Apparat gebrauchen will, um auf einer Grube, die böse Wetter enthält, anzufahren, hängt ihn mittelst Tragriemen auf den Rücken, befestigt darauf das Mundstück vor den Mund, welches dann mittelst eines Schlauchs mit dem Reservoir in Verbindung steht. Der Schlauch ist 6 Linien weit, 14 bis 15 Zoll lang und geht über die eine Schulter. Endlich befestigt der Mann vorn an seiner Weste eine Laterne mit einer Lampe, welche durch einen andern Schlauch die von den Lungen ausgestoßene Luft erhält, die zur Unterhaltung des Lichts noch gut genug ist. Die Fig. 5. giebt einen Begriff von der Einrichtung dieser Schläuche und des Mundstücks, das inwendig mit zwei kleinen Ventilen versehen ist, die sich nach umgekehrter Richtung und so bewegen, daß das Exspirationsventil, welches die Luft nach der Laterne entweichen läßt, sich schließt, wenn sich das Aspirationsventil öffnet. Die Naslöcher sind mittelst

einer sich federnden Zange verschlossen, so daß durch die Nase gar keine Respiration statt findet.

Da es sehr viel Mühe verursachen würde, die letzten in dem Reservoir befindlichen Lufttheile herbei zu saugen, so muß der Luftbeutel leicht beschwert werden, so daß er in dem Maaße, als er leer wird, von selbst zusammensinkt. Dieser Vorsicht ungeachtet isi es nicht zu vermeiden, daß ein mit diesem Apparat armirter Mensch stets sehr behindert wird, und daß er ohne Ermüdung auf diese Weise nicht athmet. Allein man wendet den Apparat auch nur an, um Erstickte zu retten, oder um an wetternöthigen Punkten nothwendige, jedoch nur kurze Arbeiten auszuführen *).

Von der Anwendung des Chlorkalks zur Verbesserung der Grubenwetter.

Fincham, Chlorfabrikant in England, hat den Chlorkalk, der überhaupt zur Verbesserung der Luft in eingeschlossenen Räumen angewendet wird, auch zur Zersetzung und Absorption der schlagenden Wetter in den Steinkohlengruben benutzt. Derselbe führt an, er habe in die Strecken einer Kohlengrube zu Bradfort, welche nur mit Davyschen Lampen befahren werden konnten, Chlorkalk streuen lassen, und 2 Tage, nachdem dieß geschehen, sei es schon möglich gewesen, mit gewöhnlichen Lampen vor den sonst gefährlichen Orten ohne alle Gefahr zu arbeiten. Weil den Arbeitern der sich entwickelnde Chlorgeruch beschwerlich geworden, so hätten sie die fernere Anwendung des Chlorkalkes unterlassen, welche Nachlässigkeit ein Arbeiter, der sich des gewöhnlichen Grubenlichtes bediente, an demselben Tage mit dem Leben habe bezahlen müssen, indem er durch die sich

---

*) Der weitern Details wegen siehe Humboldt's oben citirte Schrift; Macquart, Journal des Mines. No. 13. p. 78. Journ. des Min. No. 47. Annales des Mines. Tom. X. p. 1. H.

sich ereignende Explosion tödtlich verletzt worden sei. An dem folgenden Tage ward daher wieder Chlorkalk ausgestreuet, wovon die Folge war, daß einen Tag später die Grube mit dem gewöhnlichen Grubenlichte befahren werden konnte. Weil sich die schlagenden Wetter nur vor einem einzigen Ort in der Grube entwickelten, so ward hier mit dem Ausstreuen des Chlorkalks fortgefahren, ohne daß sich nur ein Unglücksfall weiter ereignet hätte. Einige Zeit darauf hörte man aber mit dem Einstreuen des Chlorkalks auf, weshalb einige Tage später eine heftige Explosion entstand. Man wendete nun wieder einige Tage hindurch Chlorkalk an, und brachte es dadurch dahin, daß die Strecke mit dem Grubenlichte, ohne alle Explosion, befahren werden konnte. Spätere Versuche sollen einen gleichen Erfolg gehabt haben.

Im Sommer 1828 wurden auf mehrern oberschlesischen Gruben Versuche mit Chlorkalk an wetterbenöthigten Punkten gemacht *), die folgende Resultate gaben:

1) In Grubenbauen, wo einiger Wetterwechsel statt findet, bewirkt Chlorkalk, in geringer Menge ausgestreuet, eine gewisse Frische, die jedoch nur kurze Zeit dauert.

2) Eine stärkere Anwendung an solchen Punkten vermehrt die Erfrischung, erzeugt aber auch einen widerlichen Geruch, der den Vortheil der Frische überwiegt.

3) Die Belästigung von Pulverdampf wird durch dieß Mittel nicht vermindert.

4) Da, wo der Wetterwechsel ganz stockt, leistet wenig Chlorkalk zur Beförderung des Brennens der Grubenlichter so gut wie gar nichts.

5) Wird der Chlorkalk aber in größerer Menge an-

---

*) Auf Veranlassung des Bergmeisters Hrn. Thürnagel zu Tarnowitz ausgeführt; s. dessen Aufsatz in Karsten's Archiv. XVIII. S. 323. Hier von mir zugesetzt. H.

gewendet, so bewirkt er, daß auf einige Zeit auf den Punkten das Licht brennend erhalten werden kann, wo es vorher verlöschte.

6) Die Wirksamkeit beschränkt sich aber in diesem Fall immer nur auf einen kleinen Raum.

7) Mit der Anwendung einer größeren Menge von Chlorkalk tritt ferner die Verbreitung des übeln Geruches, dessen vorhin gedacht worden, in stärkerem Grade hervor, der in hohen, weiten Räumen zwar unangenehm, doch erträglich ist.

8) In niedrigen, engen Räumen hingegen ist dieser Geruch unerträglich, indem er starkes Kopfweh, selbst Schwindel erzeugt.

9) Die Erscheinungen waren in verschiedenen Gebirgsarten dieselben.

Aus allem diesem dürfte endlich

10) das Hauptresultat folgen, daß beim Bergbau vom Chlorkalk zur Verbesserung der stockenden Wetter kein allgemeiner Gebrauch gemacht werden kann, wenn auch in einzelnen Fällen die Anwendung desselben von Nutzen sein dürfte, wie z. B. bei Bewirkung eines kurzen Durchschlages unter rasch auf einander folgender Ablösung der Arbeiter.

Die Versuche wurden in Oberschlesien blos bei stokkenden Wettern, aber nicht bei schlagenden angestellt, welche dort nicht vorkommen.

In den Steinkohlenbergwerken von Anzin hat man sich kürzlich mit einer Reihe von Versuchen über die Anwendung des Chlorkalks bei schlagenden Wettern beschäftigt, deren Resultate hoffentlich dem Publikum werden mitgetheilt werden.

Von dem Grubenbrande und der Temperatur in den Gruben.

Die Stein- und Braunkohlengruben sind die einzigen, die von selbst in Brand gerathen können; jedoch ist es fast immer nur bei einem schlechten, unregelmäßigen Betriebe, bei unreinem Abbau und unreiner Förderung der kleinen Kohlen, wenn Grubenwasser dem alten Manne zudringen, wenn durch entstandene Tagebrüche die Tagewasser eindringen, wenn in dem alten Mann Wetterwechsel statt findet, der Fall. Gruben, bei denen dieses alles nicht vermieden wird, werden früher oder später eine Beute des Feuers, das erst lange im Verborgenen glimmt, ehe es ausbricht, nichtsdestoweniger aber große Fortschritte macht, besonders wenn es vom Wetterzuge unterhalten wird, und es erst zu Tage dringen kann. Das sichtbare oder unsichtbare Vorkommen des Schwefelkieses ist die Hauptursache dieser Brände; denn die Erfahrung hat gezeigt, daß die Sulfurete, wenn sie sich zersetzen und in den Zustand des Sulfats oder des Vitriols übergehen, Wärme genug entwickeln, um die Steinkohlen, in denen sie eingesprengt vorkommen, zu entzünden, und zwar um so leichter, je kleiner die Kohle ist und je mehr Zugang sie der Luft gestattet, je mehr die Zersetzung auch durch eine gewisse warme Feuchtigkeit unterstützt wird, so wie man sie fast immer in schlecht betriebenen Gruben, auf denen auch eine schlechte Wetterlosung statt findet, antrifft.

Die Entzündung der schlagenden Wetter theilt sich auch wohl der Zimmerung und den anstehenden Kohlen mit, und auch durch Unachtsamkeit der Arbeiter geräth wohl eine Grube in Brand, jedoch weit seltener als durch Zersetzung des Schwefelkieses. Einer der fürchterlichsten, durch Selbstentzündung herbeigeführten Grubenbrände fand im Jahre 1803 in der berühmten Queckfilbergrube zu Idria statt, deren Lagerstätte ein wahrer Brandschiefer ist. Er konnte aller angewandten Mühe ungeachtet nicht anders gedämpft

werden, als durch Hineinleitung des Flüßchens Idritza in die Grube und durch Ersäufen derselben. Sechs Monate waren dazu erforderlich, um die Wasser wieder zu Sumpfe zu bringen *).

Obgleich, wie schon bemerkt, die durch Unvorsichtigkeit, Nachlässigkeit und Bosheit entstandenen Grubenbrände weit seltener als die von Selbstentzündung hervorgebrachten sind, so hat man doch auch manche Beispiele der Art. Zuweilen war ein Licht, welches in der Nähe der Zimmerung stehen geblieben, die Veranlassung zu einem sehr bedeutenden Schaden.

Die Feuerbecken, die man zur Beförderung des Wetterzuges in die Schachte hängt, geben auch zuweilen Veranlassung zu Grubenbränden.

Brennende Steinkohlenflötze sind gar nichts Seltenes, weil anfänglich der Abbau der meisten sehr unregelmäßig und schlecht war. Obgleich man die Wirkungen derselben als wirklich verwüstend ansehen muß, so muß man doch auch gestehen, daß die Fortschritte des Feuers im Allgemeinen gering sind, sobald es nicht durch hinzutretende Wetter befördert wird, die man jedoch stets abhalten, wenn auch das Feuer nicht ganz unterdrücken kann. Man findet solche brennende Steinkohlenflötze in verschiedenen Grafschaften Englands, zu Creusot in Bourgogne, zu Taupe in Auvergne, zu Rica-Maria bei St. Etienne, zu Commantrie in Bourbonnais, in den Aveyron-Steinkohlenbergwerken, zu Duttweiler bei Saarbrück, in Oberschlesien u. a. m. a. O. Manche unter diesen Bränden sind sehr alt.

Wenn man das Feuer nicht, wie man es seit einigen Jahren im Aveyron thut, um die alaunartigen Auswitterungen zu erleichtern und zu vermehren, indem man dieselben mit großem Vortheil zu Gute macht, befördert; wenn man dagegen alle Zugänge zu dem Feuer verstopft, und das Brandfeld überall umgrenzt, so wird man bald sehen, daß

---

*) Karsten's metallurgische Reise. S. 269. H.

man sich dieser gefährlichen Ereignisse leicht bemeistern und auf einen Raum beschränken kann, den man nicht eröffnen und dessen Grenzen man nicht überschreiten muß.

Man darf jedoch auch nicht glauben, daß eine in Brand gerathene Grube mit einigen Eimern voll Wasser, oder wie ein Kaminbrand gelöscht werden könne: dann würde man einen sehr unrichtigen Begriff von diesen großen Ereignissen haben, denen man alle erforderliche Aufmerksamkeit zuwenden muß, und zwar im Verhältniß der Localität, der ersten Ursache des Brandes, des Ortes, wo er sich gezeigt hat, der Beschaffenheit der Lagerstätte, die dadurch verzehrt wird ꝛc. Man wird leicht einsehen, daß man nicht alle Arten der Grubenbrände gleich behandeln dürfe, die man füglich folgendermaßen eintheilen kann:

1) in neuere Brände, welche durch die Näherung eines entzündeten Körpers veranlaßt worden sind;
2) in ältere Brände, deren zufällige Ursache man kennt;
3) in neuere, von selbst entstandene Brände;
4) in ältere und ausgedehnte, von selbst entstandene Brände;
5) in Brände nicht sehr mächtiger regelmäßiger Flötze;
6) in Brände der massigen Steinkohlenflötze.

1) Neuerer Brand, der durch ein Licht, ein Feuerbecken, oder durch Entzündung der schlagenden Wetter veranlaßt worden ist. Ein solcher muß erstickt, d. h. es müssen alle Oeffnungen verstopft werden, die ihm Luft zuführen könnten. Dieß geschieht durch Dämme, die man, dem Sitze des Feuers so nahe als möglich, von Ziegelsteinen und Lehm und mit einer Sandfüllung zwischen einer hintern und vordern Reihe von Ziegelstein.n in den Strecken aufführt. Zeigt sich das Feuer in einem ausgezimmerten Schacht, so bühnt man ihn mit Holz und Bohlen zu, und bringt einen Versatz von Rasen und Erde darauf. Ist aber der Schacht ausgemauert, und sind in seinem Tiefsten Wasser vorhanden, so ist es hinreichend,

dieselben aufgehen zu lassen, indem man die Arbeiten in der Grube auf einige Tage unterbricht. Will man aber, um das Feuer zu hemmen, den Wetterzug ganz abschneiden, so muß man doch in der Verbühnung eine, einige Zoll große Oeffnung lassen, die man nur mit einem Brettstücke bedeckt, damit die Wasserdämpfe, die sogleich entstehen, wenn das Wasser zu dem Sitze des Feuers gelangt, einen Ausgang finden können.

2) Ein älterer, durch irgend eine uns bekannte Ursache entstandener Brand muß auf dieselbe Weise wie der obige gedämpft werden, wenn man die Gewißheit hat, daß das Feuer zufällig entstanden ist, und daß es sich nicht erneuert. Die Dämme und Mauern müssen jedoch so angebracht werden, daß nur so wenig als möglich von den Bauen außer Betrieb kommt; denn um einen sichern Erfolg zu haben, dürfen die verdämmten Theile der Grube nicht wieder angegriffen werden, da ein Zuströmen der Wetter den Brand von neuem anfachen würde.

3) Ein neuerer, von selbst entstandener Brand kann weit eher durch Erstickung als durch Ersäufung der Grube gedämpft werden, indem die nach der Gewältigung des Wassers zurückbleibende Feuchtigkeit hinreichend sein kann, das Feuer wieder anzufachen, da es die Zersetzung des Kieses befördert, welches stets die Hauptursache der von selbst entstehenden Brände ist. Wenn sich über Tage ein Haufen Kohlen von selbst entzündet, so ist es, um das Feuer auszulöschen, hinreichend, ihn aus einander zu ziehen nnd die Kohlen umzuwenden.

4) Ein von selbst entstandener, alter und ausgedehnter Brand ist am allerschwierigsten zu dämpfen. Das einzige Mittel dagegen ist Verdämmung aller Zugänge; denn ein Ersäufen der Grube würde große Nachtheile haben, und ein gänzliches Ersticken ist fast unmöglich.

Wollte man die Grubenwasser sammeln, und sie durch

Dämme bis zu dem Sitze des Feuers sich aufzustauen nöthigen, so würde man sich einer Durchsiekerung der Wasser in die Tiefbaue, oder, was noch schlimmer wäre, bei entstehendem Bruch eines Dammes, einem allgemeinen und verwüstenden Ersäufen der Grube aussetzen; denn ich darf wohl annehmen, daß die Baue, welche in einer tieferen Sohle, als der Sitz des Feuers liegen, einer bedeutenden Berücksichtigung bedürfen. Wenn man aber auch das Ersäufen des ganzen Brandfeldes durch das Aufstauen der Grubenwasser, oder mit einigen in die Grube geleiteten Tagewassern, ohne allen Nachtheil bewerkstelligen könnte, so würde doch das Feuer sogleich wieder hervorbrechen, sobald die Wasser zu Sumpfe gebracht sein würden, wenn jenem nicht die Nahrung genommen, und es alles verzehrt hat, was entzündet war. Wäre dieß nun der Fall, so hätten das Ersäufen und die dadurch verursachten Kosten gar nichts helfen können, da einige Monate später das Feuer von selbst erstickt sein würde.

Unter solchen Umständen muß man sich blos darauf beschränken, dafür Sorge zu tragen, daß sich das Feuer nicht zu den tiefern Bauen fortpflanze, und zu dem Ende muß man die Steinkohlen, die das Feuer bis zu dem Schacht leiten könnten, wegnehmen, und dagegen durch einen Bergversatz ersetzen, wozu man jedoch nur Sandstein und durchaus keinen bituminösen Schiefer nehmen muß, der sich entzünden könnte. Uebrigens sucht das Feuer weit eher sich in der Höhe als in der Tiefe fortzupflanzen, so daß man die, von dem brennenden Flötze nur durch dünne Sandstein- und Schiefer-Schichten getrennten, tieferen Flötze ohne alle Gefahr abbauen kann; denn die Erfahrung hat gezeigt, daß das Feuer nach unten zu die Steinkohlen nur höchstens auf ein halbes Lachter Tiefe angreift. Mehrere Gruben in der Gegend von Aubin im Aveyron-Departement werden auf diese Weise abgebauet, und bis jetzt ist noch kein bedeutender Nachtheil daraus entstanden. Auch

in der Sohle des Brandfeldes kann recht gut Abbau statt finden, sobald man einen Kohlenpfeiler um dasselbe stehen gelassen, und die zu demselben führenden Strecken verdämmt hat.

5) Brand eines nicht sehr mächtigen, regelmäßigen Flötzes. Die Ursache des Brandes sei welche sie wolle, so darf man nicht lange schwanken, ihm gewisse Grenzen anzuweisen, indem man einen Kohlenpfeiler, der von der Sohle und dem Dache natürlich begrenzt wird, opfert, und ihn mit einer Strecke umzieht, die man wohl zwölf Fuß weit macht, und auf welcher man die Kohlen in der Sohle und im Dache rein wegnimmt. Die Hälfte von der Breite der Strecke versetzt man mit Bergen, und auf diese Weise hält man das Feuer, ohne ein anderes Opfer als die einmal in Brand gerathenen Kohlen, auf. Hat das Flötz ein starkes Fallen, so treibt man auf demselben, zu beiden Seiten des Brandfeldes, von Tage nieder, zwei parallele Schachte und eine streichende Strecke, welche die Gesenke der Schachte verbindet. Die Strecke sowohl als die Schachte versetzt man nun mit Sandstein und Sand, wenn sich die Materialien in der Nähe finden *).

In allen Fällen muß man immer die Ursache der Entzündung zu entdecken suchen, damit man sie zu entfernen im Stande sei, indem man entweder alle kleine Kohlen aus den Bauen entfernt, oder indem man ihnen eine bessere Wasserlosung oder eine bessere Wetterlosung verschafft.

Zuweilen trägt ein Rücken dazu bei, den Brand in einer Richtung aufzuhalten, und in diesem Falle muß man in derselben keinen künstlichen Damm errichten, selbst wenn

---

*) Ueber den Brand der Steinkohlengruben, und die Mittel, ihn zu dämpfen und zu verhindern siehe Heintzmann in Karsten's Archiv, II. 2. S. 82. und Bald, daselbst, neue Reihe, I. S. 357.

H.

der Rücken etwas entfernter läge, da es stets vortheilhaft sein würde, ihn zu benutzen.

6) Brand der in stockförmigen Massen vorkommenden Steinkohlen. Ein solcher ist bei weitem schwieriger zu dämpfen als der obige; denn wenn sich der Brand in einer gewissen Tiefe zeigt, so wird man genöthigt sein, eine Masse von fünf Seiten wenigstens zu isoliren, und sehr kostbare und schwierige Bergversatze auszuführen. Wenn es daher das Local erlaubt, und es die Tiefbaue nicht verbieten, so muß man das Feuer zu ersticken suchen, oder die Grube ersäufen, indem jedes andere Mittel nur höchst schwierig auszuführen ist. Seit dreißig Jahren hat man es vergeblich versucht, das Feuer der in Brand gerathenen Grube la Garde bei Rive-de-Gier zu löschen.

Höchst selten nur entzünden sich die Steinkohlen auf der Lagerstätte von selbst; gewöhnlich wird ihnen das Feuer durch die kleinen Kohlen mitgetheilt, die man um so lieber in den Grnben zurückläßt, da sie gewöhnlich keinen Werth haben, und daher die Kosten der Förderung nicht tragen. Jedoch ist es immer nöthig, dieses Kohlenklein aus den Gruben zu schaffen, da durch dasselbe die meisten Grubenbrände veranlaßt werden. Da, wo ein regelmäßiger Betrieb statt findet, geschieht es auch immer; in England werden die kleinen Kohlen in fruchtbare Asche verwandelt und als Düngmittel angewendet.

Die Produkte der Grubenbrände sind sehr verschieden und fast überall dieselben; der Schiefer, Schieferthon und Sandstein, die zwischen den Steinkohlenflötzen liegen, verwandeln sich durch die Wirkung des Feuers in eine calcinirte Felsart, welche die Spuren dieses Agens deutlich genug an sich trägt, und die man an ihrer ziegelrothen Farbe, an ihren zahlreichen Poren, an dem rauhen und trocknen Anfühlen, und oft an ihrer großen Leichtigkeit er-

kennt. Einige Thonarten verwandeln sich zuweilen und zufällig in eine halb verglas'te, angenehm grün, bläulich und gelb gefärbte Substanz, die eine recht gute Politur annimmt. Dieß ist der sogenannte Porzellanjaspis.

Die Spalten und Wände der Kanäle, durch welche der Rauch der Grubenbrände abzieht, werden gewöhnlich mit alaunartigen Efflorescenzen überzogen, die man mittelst Auslaugens gewinnt, und den Alaun daraus zu Gute macht. Auch einige andere Salze findet man in diesen Fumerolen, die des Nachts einen sehr lebhaften Schein verbreiten, und aus denen auch Flammen entweichen. Diese heißen und feuchten Dämpfe werden zu Dampfbädern benutzt. Gräbt man nach dem Erlöschen dieser unterirdischen Feuer in ihren Rückständen, so findet man nicht selten in Coaks verwandelte Steinkohlen, und zuweilen auch natürliches Eisen und Stahl, die gefeilt, geschmiedet und verschiedentlich benutzt werden können.

Die Temperatur ist in den Bauen in der Nähe des Brandfeldes oft so hoch, daß das vom Dache niedertröpfelnde Wasser fast Siedhitze hat; jedoch dürfen diese sehr einzeln vorkommenden Fälle nicht als allgemeine Regel angesehen werden.

Die Temperatur der Baue in einer Tiefe von 200 bis 400 Fuß, wo ein guter Wetterwechsel statt findet, und wo weder zu viel Menschen noch zu viel Lichter vorhanden sind, beträgt ungefähr 14 Grad über den Nullpunkt des Reaumurschen Thermometers. Vor den nur 18 bis 24 Zoll hohen Streben, auf der Sohle sehr langer Strekken und Stollen, und überall da, wo die Wetter matt sind, ist sie höher. Sie sinkt dagegen an den Punkten, wo ein lebhafter Wetterwechsel, Durchsiekerungen des Wassers und folglich auch Verdunstung statt findet. Da jedoch die Temperatur der Grubenbaue im Allgemeinen wenig Interesse für den Bergbau hat, und bei weitem mehr Gegenstand der Geognosie und physikalischen Geographie ist, so ver-

weise ich auf die Beobachtungen und Schriften der Herren v. Trebra, v. Humboldt, d'Aubuisson und Cordier *), die sich damit besonders beschäftigt haben. Ihre Beobachtungen scheinen darzuthun, daß von der Oberfläche ab, nach dem Innern der Erde zu, die Temperatur beständig zunehme, und zwar im Durchschnitt 1° auf 25 Meter.

Von der den Ertrunkenen, Erstickten und Verbrannten zu leistenden Hülfe.

Einem Erstickten muß eine schleunige Hülfe verschafft werden, auch müssen die Bemühungen um denselben so lange fortgesetzt werden, als man sich nicht vollkommen überzeugt hat, daß das Leben gänzlich erloschen sei, wovon jedoch nur die Fäulniß ein sicheres Zeichen giebt. Das beste und am ersten anzuwendende Mittel, in welches man das größte Zutrauen setzen kann, ist die dem Athmen so unerläßlich nothwendige frische Luft. Oft ist sie allein hinreichend, den erst seit kurzer Zeit eingetretenen Scheintod zu heben.

Zu dem Ende muß man:

1) das erstickte Individuum auf eine von den oben angegebenen Weisen, so schnell als möglich, von dem mit bösen Wettern erfüllten Orte entfernen und in die frische Luft bringen.

2) Man muß es entkleiden, und den Körper mit kaltem Wasser besprengen.

3) Man muß es versuchen, ihm kaltes, etwas mit Essig gesäuertes Wasser einzuflößen.

4) Man gebe ihm Klystiere von zwei Drittheilen kal-

---

*) Eine gute Zusammenstellung der Beobachtungen über die Temperatur der Erde findet man in Gehler's physikalischem Wörterbuche, Bd. 3. S. 970 ꝛc. und in d'Aubuisson tr. de Géognosie, 2. éd. I. p. 450; — die neuesten Beobachtungen von Cordier in den Annales des Mines, Tom. XV. p. 53. Poggendorff's Annalen, XIII. S. 363. H.

tem Wasser und einem Drittheil Weineſſig; später können ihm einige von einer ſtarken Küchenſalz-Auflösung gegeben werden.

5) Man ſuche die Schleimhaut im Innern der Naſe mit dem Barte von einer Feder, die man behutſam in die Naslöcher des Erſtickten bringt, zu reizen; oder man halte ihm ein Fläſchchen flüchtiges Laugenſalz unter die Naſe, das man aber ſogleich wieder wegnimmt, wenn er an zu athmen fängt, weil ſonſt eine Lungenentzündung dadurch herbeigeführt werden könnte.

6) Man blaſe durch eine, in das eine Nasloch geſteckte Röhre Luft in die Lungen, wobei man das andere mit den Fingern zuhalten muß.

7) Wenn der Körper des Erſtickten noch Wärme behalten hat, und die erſten Verſuche zur Wiederbelebung keinen Erfolg haben, ſo muß zu einem Aderlaß an der Hals- oder Fußader geſchritten werden. Das Bedürfniß dazu zeigt ſich durch Röthe im Geſichte, durch Schwellen der Lippen und durch Vortreten der Augen.

8) Endlich, da der Gehörſinn der letzte iſt, welcher ſeine Wirkung verliert, ſo muß es vermieden werden, in der Nähe des Kranken laute Aeußerungen über ſeinen Zuſtand zu machen, da er ſeines Scheintodes ungeachtet Alles hören kann. Dagegen iſt es gut, ihn mit lauter Stimme bei ſeinem Namen zu nennen, auch die Namen ihm theurer Perſonen auszuſprechen.

Alle dieſe Hülfsleiſtungen müſſen ſo ſchnell als nur irgend möglich angewendet werden; je ſpäter es geſchieht, je weniger darf man auf einen glücklichen Erfolg rechnen. Jedoch darf man damit fortzufahren nicht eher aufhören, als bis ſich der wirkliche Tod durch den Verweſungsgeruch darthut; denn das Aufhören des Pulsſchlages, der Herzſchläge, Kälte und Steifheit der Glieder, der gänzliche Mangel am Athmen, ſo daß, wenn man eine Glastafel vor den Mund hält, dieſelbe nicht anläuft, ſind durchaus keine ſichere

Zeichen eines gewissen Todes, wie tausend Beispiele beweisen.

Oft, wenn man eine Zeitlang ohne Unterlaß dem Erstickten die erforderliche Hülfe zu leisten fortgefahren hat, so hört man ein leises Seufzen, das sich nach einigen Minuten wiederholt. Diesem Seufzen folgt bald ein Schlukken; alsdann, wenn der Kranke diese ersten Lebenszeichen gegeben hat, reibe man den Körper überall mit Tüchern, lege ihn in ein Bett, und lasse ihn einige Löffel voll mit Weinessig gesäuertes Wasser, oder auch voll Wasser und Wein, verschlucken. Endlich sorge man dafür, daß in dem Zimmer, in welchem der Kranke liegt, stets frische Luft vorhanden sei, weil er sonst leicht in den ersten Zustand zurückfallen würde.

Dieses sind nun die Maaßregeln, die man bei Bergleuten, welche von stickstoff- und kohlensäurehaltigen Wettern erstickt wurden, ergreifen muß. —

Die den Ertrunkenen zu leistende Hülfe besteht in Folgendem:

1) Sobald der Ertrunkene aus dem Wasser gezogen worden ist, muß man eilen, ihn an einen in der Nähe befindlichen Ort zu bringen, wo man ihm die Hülfe, die *sein* Zustand erforderlich macht, angedeihen lassen kann. Der Transport muß mit Sorgfalt geschehen, und jede Bewegung, jedes Rütteln dabei vermieden werden. Er wird am besten durch einige Menschen, oder auf einer Bahre, oder auf einem Karren, in welchen Stroh gelegt worden, bewerkstelligt. Dabei muß der Ertrunkene auf die Seite und der Kopf hoch gelegt werden; den Körper muß man bedecken, den Kopf aber frei lassen.

2) An dem Orte, wo ihm Hülfe werden soll, wird der Ertrunkene entkleidet, indem man seine Kleidungsstücke aufschneidet.

3) Man hüllt ihn in wollene Tücher, legt ihn auf die Seite und den Kopf hoch in ein Bett, und erwärmt

das Zimmer *); den Kopf bedeckt man ebenfalls mit einer wollenen Mütze.

4) Unter der Decke reibt man die Oberfläche des Körpers, und besonders den Unterleib, mit wollenen Tüchern, die zuerst trocken und warm, und darauf mit einer geistigen Flüssigkeit, als Melissenwasser, köllnisch Wasser, oder auch nur mit gutem Branntwein getränkt, anzuwenden sind.

5) Um den Ertrunkenen gehörig zu erwärmen, füllt man Blasen oder Flaschen mit warmem Wasser an, und legt sie auf die Brust, in die Nähe des Herzens, auf den Bauch; unter die Fußsohlen aber legt man einen heißen Stein, der mit Tüchern umwickelt ist.

6) Man bringt dem Verunglückten Luft in die Lungen, und dieß geschieht am leichtesten, wenn man in das eine Nasloch die Röhre eines Blasebalgs steckt, und das andere zuhält. Die aus der Brust eines Andern hervorgehende Luft ist freilich besser, indem sie nur ein Fünftheil ihres Sauerstoffes verloren, und einen passenden Grad von Wärme und Feuchtigkeit hat, die zur Ausdehnung der Luftröhre und der Lungengefäße sehr zweckmäßig sind.

7) Man hält ihm, wie einem Erstickten, flüchtiges Alkali vor die Nase, und kitzelt das Innere derselben mit einer Feder, mit einem aufgerollten Stückchen Papier, mit einem Stroh- oder Grashalm ꝛc.

8) Man flößt ihm, wenn es sich thun läßt, einen Löffel voll Kaffee, Branntwein, warmen Wein, oder Melissenwasser ein.

9) Wenn der Ertrunkene erst schlucken kann, so giebt

---

*) War das Individuum in heißem Wasser ertrunken, so sind ein gewärmtes Zimmer und warme Tücher zum Reiben nicht anwendbar, sondern es muß Alles kalt sein. Geschah das Ertrinken in einem mit bösen Wettern geschwängerten Sumpfe, so werden die Hülfeleistungen verwickelter, indem der Verunglückte vor dem Ertrinken erstickt wurde. H.

man ihm noch mehrere Löffel voll von diesen Flüssigkeiten, jedoch nicht zu viel auf einmal.

10) Reizende Klystiere aus Salz und Rauchtabak werden die Wiedererlangung der Sinne bei dem Verunglückten beschleunigen.

11) Endlich darf auch der Aderlaß an der Hals- oder Fußader, bei solchen Menschen, die ein rothes, violettes oder schwarzes Gesicht haben und deren Glieder noch warm und gelenk sind, nicht unterlassen werden. Dagegen muß man bei einem kalten und erstarrten Körper den Aderlaß nie anwenden. —

Bergleute, die durch schlagende Wetter oder auf eine andere Weise verbrannt sind, müssen auf folgende Art behandelt werden:

Man taucht leinene Tücher in kaltes Wasser, und legt sie auf die Stellen des Körpers, die am meisten durch den Brand gelitten haben, und wechselt mit den Tüchern, sobald sie durch die Berührung mit der Haut an Frische verloren haben. Besser ist es noch, wenn die verbrannten Theile in kaltes Wasser, welches oft erneuert werden kann, oder noch besser, wenn sie in Goulardsches Wasser gelegt werden können, falls man dieß rasch bei der Hand hat. Ist der Körper an vielen Stellen verbrannt, und sind die Brandstellen groß, so ist es am besten, den Verwundeten in ein kaltes Bad zu bringen, dasselbe jede Viertelstunde zu erneuern, und ihn so lange darin zu erhalten, bis sich die Entzündung vermindert hat.

Dieß sind ungefähr die bei Unglücksfällen der genannten Art anzuwendenden Regeln, die jeder Bergbeamte nothwendig wissen muß, um in vorkommenden Fällen den Verunglückten schleunige Hülfe zu schaffen, welches, mit Ausnahme des Aderlasses, auch ohne einen Wundarzt geschehen kann. Dieser muß jedoch, wo es irgend möglich ist, sogleich herbeigeschafft werden, welches auch bei Brüchen ohnehin geschehen muß, da in solchen Fällen nur die Kunst

die erforderliche Hülfe zu geben vermag. Bei Erstickten, Ertrunkenen und Verbrannten ist jedoch besonders schleunige Hülfe nöthig, und da viele Gruben von dem Aufenthaltsorte des Arztes sehr entfernt liegen, so ist es um so nöthiger, daß Bergbeamte, Steiger und die Grubenarbeiter selbst die bei solchen Uuglücksfällen anzuwendenden Hülfsleistungen kennen.

Diese kurze Instruktion ist aus einer vollständigern entnommen, welche die französische Regierung im Jahre 1813 bekannt machen ließ *).

---

*) Ich muß hier auf ein paar sehr nützliche, in Freiberg bei der Bergakademie verkäufliche, kleine Broschüren aufmerksam machen:

Vorschriften zur Verhütung und Verminderung der Unglücksfälle beim Bergbau, für die Königl. Sächsischen Bergämter und die denselben untergeordneten Grubenvorsteher.

Verhaltungsregeln für die Bergleute zur Vermeidung von Unglücksfällen.

Diese, von Seiten des Königl. Oberbergamts zu Freiberg publicirten, sehr weisen Vorschriften verdienen jedem Bergmanne genau bekannt zu sein. H.

Fünf-

Fünftes Hauptstück.

Von der Markscheidekunst.

Die Markscheidekunst ist ein Theil der praktischen Geometrie, und im Allgemeinen von derselben nicht verschieden. Wenn man bei der Aufnahme oder dem Abziehen der Gruben und der Zeichnung der Grund- und Profilrisse, oder der Zulage, ein etwas eigenthümliches Verfahren anwendet, so folgt dasselbe nur aus der Dunkelheit der Grubenbaue, ihren Krümmungen, ihrer geringen Höhe, und aus der Unmöglichkeit, an zwei Punkten zugleich beobachten zu können. Diese Veränderungen haben aber auf die Grundsätze der praktischen Geometrie durchaus keinen Einfluß, sondern beziehen sich nur auf die mechanischen Mittel ihrer Anwendung. Wenn man eine Grube abziehen will, so befindet man sich in derselben Lage, als wenn man durch besondere Umstände genöthigt würde, eine Stadt im Dunkeln aufzunehmen; denn man muß sich in diesem Falle derselben Mittel und derselben Instrumente bedienen, um die Richtung, die Krümmungen und Verzweigungen der Straßen, Plätze und Eingänge zu erhalten, als man zum Abziehen der Strecken, Querschläge und Abbaue einer Grube benutzt.

Die Markscheidekunst hat ihren Namen von den bei-

den alten deutschen Wörtern Mark und scheiden, von denen jenes Grenze, und dieses theilen heißt. Der Nothwendigkeit, die Grenze oder Markscheide einer Grube in ältern Zeiten zu bestimmen, hat dieser Theil der praktischen Geometrie seinen Ursprung zu verdanken.

Die Markscheidekunst lehrt aber nicht blos Grubengebäude abziehen und zulegen, sondern sie lehrt auch, wie, vorzüglich zur Erreichung gewisser Zwecke, Angaben für die auf den Lagerstätten der Mineralien zu führenden Grubenbaue zu machen, ob und wie andere, zum Behuf des Bergbaues nöthige Anlagen, z. B. Wasserleitungen und dergleichen, zu unternehmen und auszuführen sind.

Die Anwendung der Geometrie und Trigonometrie auf den Bergbau ist unerläßlich nothwendig, weil man nur mit Hülfe dieser universellen Wissenschaften ein treues Bild oder eine graphische Darstellung aller der unterirdischen Baue, deren Ganzes das, was man eine Grube nennt, bildet, erhalten kann. Nur mittelst des Abziehens und Zulegens einer Grube kann man erfahren, in welcher Teufe man mit einem Schacht ein Lager oder einen Gang, dessen Fallen man kennt, durchsinkt; wie groß die Strecke sei, auf welcher man eine Gebirgsmasse zu durchfahren habe, um von einem Punkte zu dem andern zu gelangen; welches die Lage irgend eines Baues unter Tage, in Beziehung auf ein Gebäude, eine Quelle, einen Strom, eine Straße oder irgend einen andern Gegenstand über Tage sei, und in welcher seigern Teufe man sich unter diesen verschiedenen Gegenständen befinde; wie viel das Ansteigen eines Stollens von außen ab betragen müsse, um damit den tiefsten Punkt der Baue zu erreichen, und ihnen Wasserlosung zu verschaffen; wie man den Geldwerth einer Erz- oder Kohlenmasse, die Dauer eines ausgerichteten Feldes berechnen müsse; in welcher Richtung man endlich vorgehen müsse, um Wetterlosung, oder im Fall eines Un-

glücks, um Hülfe zu schaffen *). Nun kann man aber zur Lösung aller dieser und vieler andern Aufgaben nur mit Hülfe der Geometrie und Trigonometrie gelangen; denn die Erfahrung zeigt, daß selbst der tägliche Aufenthalt in einer Grube und die vollkommene Kenntniß ihrer Baue nicht hinreichend sind, ein genaues Bild ihrer Lage, in Beziehung auf die Erdoberfläche, zu geben. Oefters habe ich den Versuch mit guten Bergleuten gemacht, und habe mich überzeugt, daß, wenn man unter Tage mehr als dreimal die Richtung verändert, der geübteste Mann sich nicht mehr zu orientiren weiß. Der Compaß ist dann das einzige Mittel, sich wieder zurecht zu finden, und es ist dann oft der Fall, daß er mit der Idee, die man sich von der Richtung, in welcher man sich befindet, macht, ganz und gar im Widerspruche steht, so daß es Mühe kostet, sich von der Richtigkeit der Angaben des Instruments zu überzeugen, weshalb man die Operation lieber noch einmal beginnt. Man muß daher alles anwenden, so vollständige und genaue Grubenrisse als nur irgend möglich zu erhalten, denn das geringste Versehen, die kleinste Vernachlässigung können große Resultate haben, so daß man auf das Abziehen und Zulegen der Grubenbaue die größte Sorgfalt zu verwenden hat, und dieselbe Arbeit oft wiederholen muß. Um diesen so wesentlichen Zweck auf die sicherste und wohlfeilste Weise zu erlangen, müssen vom Beginn eines Grubenbetriebes auch die Pläne und Durchschnitte von derselben angefangen, und mit dem Vorrücken der Baue stets nach-

---

*) Bei dem Unglück von Beaujonc bei Lüttich bedienten sich die Bergbeamten der Risse einer benachbarten Grube, um eine Strecke zur Rettung der Verschütteten zu treiben, die sonst unfehlbar verloren gewesen wären, hätte man nicht einen sichern Wegweiser gehabt. Ist dieses Beispiel nicht hinreichend, alle Bergbautreibenden zu veranlassen, daß sie sich richtige Pläne von ihren Gruben verschaffen?

H.

getragen werden. „Wie vielen Gefahren und Kosten," bemerkt v. Villefosse (Mineralreichthum, B. II. S. 93.), „den Nachtheil für das allgemeine Beste ungerechnet, setzen sich die Bergbautreibenden aus, wenn sie, wie dieß besonders in Frankreich noch häufig der Fall ist, oft auf eine beträchtliche Teufe große Höhlungen in die Erde wühlen, ohne zu wissen, wohin sie gehen, und wo sie in einem Jahre sein werden." Alles dieß ist die Folge davon, daß man nicht mittelst Meßkette und Compaß die Längen und Winkel in der Grube abgenommen und auf das Papier getragen hat, und damit in dem Maaße fortschreitet, als der Betrieb vorrückt.

Erster Abschnitt.

Von den Markscheide-Instrumenten *).

Die Instrumente, deren sich der Markscheider bei seinen Messungen bedient, sind ebenfalls, wie die des praktischen Geometers, von zweierlei Art: nämlich 1) Instrumente zur Messung gerader Linien (Lachterstab und Lachterkette), und 2) Instrumente zur Messung der Winkel (Gradbogen, Compaß und Eisenscheibe).

Der Lachterstab ist ein aus gut ausgetrocknetem, hartem Holz verfertigter und etwa drei Zoll dicker, vierseitiger Stab, auf welchem die Länge eines Lachters auf einer oder auf einigen Seiten, nebst seinen Abtheilungen in Achteln und höchstens in Zollen, aufgerissen ist. Der Markscheider bedient sich dieses Stabes nicht zum Messen gerader Linien, sondern zum Justiren oder Prüfen der Lachterkette.

Die Lachterkette ist eine aus einzelnen Gliedern,

---

*) Dieser Abschnitt ist von mir umgearbeitet worden. H.

von dünnem, ausgeglühetem Messingdrahte bestehende Kette, deren Länge 5 bis 6 Lachter beträgt. Jedes einzelne Kettenglied hat beinahe die Länge eines Achtellachters, und diese einzelnen Glieder sind durch kleine, gleich starke und gleich weite messingene Ringe so verbunden, daß, bei angespannter Kette, von Mittelpunkt zu Mittelpunkt jedes solchen kleinen Ringes die Entfernung genau ein Achtellachter beträgt.

Die ganzen Lachter sind durch etwas größere Ringe und durch Markbleche bemerkbar gemacht. An jedem Ende der Kette befindet sich ein größerer und reichlich zwei Linien starker, messingener Ring, dessen innerer Durchmesser ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Diese beiden Endringe dienen dazu, um theils die Kette bequem mit der Hand anfassen, theils in die Markscheiderschrauben (mit hölzernen Griffen versehene, messingene Holzschrauben) bequem einhängen zu können.

Zur Messung einzelner Lachterzolle führt der Markscheider einen Zollstock bei sich.

Der Gradbogen, Fig. 2. Taf. XII., ist eine aus dünnem Messingblech federhart geschlagene, so leicht wie möglich und wenig breit gearbeitete, ringförmige halbe Scheibe, deren concentrische Bogen Halbkreise sind, welche von einem Halbmesser in zwei Kreisquadranten abgetheilt werden. Jeder Quadrant zerfällt in 90 Grade. Die Abzählung der Grade und deren Theile fängt in der Mitte des Halbkreises an, welcher Punkt mit 0 bezeichnet ist, und hört an beiden Enden des Halbkreises, die durch ein Band von Messingblech verbunden sind, auf.

Aus dem Mittelpunkte des Gradbogens hängt ein, an einem sehr feinen, biegsamen Faden, oder an einem Menschenhaar angehängtes, kleines Loth herab, so daß der Faden oder das Haar am Rande des Bogens die Grade angiebt. An den beiden Endpunkten des Durchmessers von dem Gradbogen sind Haken so angebracht, daß mittelst

derselben nicht nur das Instrument an einer ausgespannten Schnur, A B Fig. 2., aufgehangen, sondern auch der durch die Punkte 90, 90 gehende Durchmesser des Gradbogens mit der Achse der angespannten Schnur genau parallel gestellt werden kann. — Man bedient sich des Instruments zur Messung des Neigungswinkels einer flachen Linie.

Die Compasse, deren man sich beim Bergbau bedient, sind gewöhnlich von zwei verschiedenen Arten, nämlich:

1) der Gruben- oder Hand-, auch Taschencompaß, welcher der stete Begleiter des Bergmannes uud ein allgemein bekanntes Instrument ist, das die Form einer größern Taschenuhr hat. An dem ganz flachen Boden ist ein bewegliches Blättchen angebracht, welches so vorgeschoben werden kann, daß seine eine Kante mit der Linie, die von Nord nach Süd gezogen werden kann, parallel ist. Uebrigens hat der Taschencompaß dieselbe Eintheilung wie der folgende, und es wird auch eben so mit ihm verfahren.

2) der Markscheidercompaß besteht aus dem Hänge- und aus dem Zulegecompaß. Der erstere ist in Fig. 8 und 9. Taf. XII. dargestellt. Fig. 2. zeigt den Compaß horizontal in dem Hängeinstrument befestigt, welches in einer senkrechten Lage befindlich ist. Fig. 9 zeigt den Grubencompaß und das Hängezeug in einer horizontalen Lage; ersterer hat sich in seinem Zapfen um ein Viertheil seiner Peripherie gedreht.

a b ist die cylindrische Büchse des Compasses; durch einen Knopf c wird die Arretirung d x der Nadel bewegt. Auch dient der Knopf c und ein zweiter e dazu, die Compaßbüchse aus dem Zulege-Instrument (Fig. 6 und 7.) zu heben; f g Ring des Hängezeuges h i k. Durch zwei Achsen l m kann er sich bewegen, und in ihm wird mittelst zweier kleiner Zäpfchen n o der Compaß aufgehängt;

p q sind Haken, durch welche das ganze Instrument an die Schnur oder Lachterkette gehängt werden kann.

Soll der Compaß zum Zulegen gebraucht werden, so wird er aus dem Hängezeug herausgenommen und in dem Zulege-Instrument Fig. 6 und 7. befestigt, das keiner weitern Beschreibung bedarf.

Der Limbus des Compasses, Fig. 8 und 9., ist in Sachsen, am Harz u. a. v. a. O. in zweimal zwölf Stunden, und die Stunde in acht Achtel getheilt. Eine Stunde ist demnach = 15°, und 1 Achtel = 1° 52′,5. Durch zwei sich senkrecht schneidende Linien zerfällt der Compaß in vier Quadranten. Die Enden dieser Linien sind mit Süd und Nord, und mit Ost und West bezeichnet. Der Beobachter muß den Compaß so halten, daß die Nordlinie parallel der Streichungslinie ist, welche man abnehmen will, und zwar der Nordpunkt am entferntesten, der Südpunkt am nächsten. O ist dann links, und W rechts. Diese umgekehrte Bezeichnung der Weltgegenden wird sogleich erklärt werden.

Bei den Nord- und Südpunkten stehen die Zahlen 12, bei den Ost- und Westpunkten die Zahlen 6. Hält man nun den Compaß so, wie bemerkt wurde, dann lies't man von Norden ab links die Zahlen 1 bis 12 S, und von Süden ab rechts die Zahlen 1 bis 12 N. Hieraus folgt, daß ein Durchmesser eine von einer gleichnamigen Zahl zur andern gezogene Linie ist.

Der Grund, warum die Weltgegenden West und Ost, in Beziehung auf Norden, umgekehrt stehen, und warum die Stunden, von N 12 aus, von der Rechten zur Linken geschrieben sind, wird aus dem Gebrauche dargethan. Will man z. B. die Streichungslinie eines Ganges oder eines Lagers abnehmen, so muß man, wie schon bemerkt wurde, den Compaß so anlegen oder anhängen, daß die Nordlinie dem Hangenden oder Liegenden parallel ist. Man

bemerkt alsdann: 1) auf welche Stunde und welches Achtel die Magnetnadel zeigt, 2) in welchem halben Kreise, rechts oder links von der Linie NS, die Nordspitze stehen geblieben ist.

Nimmt man nun an, daß die Nadel auf Stunde 3 zeigt, und die Nordspitze sich von N nach O bewegt habe, so drückt der Beobachter sich so aus: 1) der Gang oder das Lager streiche Stunde 3; 2) in dem mit O bezeichneten Halbkreise. Jede Streichungslinie kann auf diese Weise gemessen werden. Auch ist es mittelst der verkehrt aufgetragenen Weltgegenden hinreichend, auf dem Limbus des Compasses die Zeichen zu bemerken, welche die Magnetnadel angiebt, um daraus die Lage der Nordlinie und die zu bestimmende Streichungslinie zu folgern. Die Magnetnadel ist die eigentliche Nordlinie, obwohl die Linie 12 bis 12 deren Zeichen hat. Demnach drückt auch die Stunde, welche die Magnetnadel zeigt, nicht die Richtung des magnetischen Meridians, sondern lediglich die Größe des Winkels aus, welchen die gesuchte Streichungslinie mit diesem Meridiane macht. Da man aber einsehen wird, daß der Werth des Winkels zu beiden Seiten der Linie N S gleich sei, man zähle von S oder von N aus, so wird man auch begreifen, daß die Versetzung der Weltgegenden und Stunden nur der Bequemlichkeit bei der Beobachtung wegen geschieht.

Der ungarische Compaß ist in 24 Stunden getheilt. Der Nordpunkt ist mit 24 bezeichnet; die Kreuzstunde wird immer rechts, d. i. in den höhern Stunden, durch Subtrahiren, und links durch Addiren gefunden.

In England, Frankreich, Schweden ꝛc. ist der Bergcompaß, wie der gewöhnliche der Geometer, in 360 Grade getheilt, wie Fig. 6. zeigt.

Die Eisenscheiben werden da, wo sich der Compaß wegen vorkommenden Magneteisensteins nicht gebrauchen läßt, angewendet. Eine solche Eisenscheibe besteht aus

einer runden Scheibe von Messing, deren Limbus wie der des Compasses in Grade oder Stunden getheilt ist, nur mit dem Unterschiede, daß im letztern Falle West und Ost ihre gewöhnliche Lage haben. An der Axe der Scheibe sind zwei Regeln befestigt und daran beweglich; die eine derselben ist auf der oberen Seite befindlich, und hat die Länge eines Radius von der Scheibe; die andere, an der untern Seite angebrachte, ist aber länger. — Jedes von den drei Stücken bewegt sich allein um die gemeinschaftliche Axe. Die größere Regel kann mittelst zweier Schrauben an ein Brett befestigt werden; die Scheibe ebenfalls durch zwei Druckschrauben an die große Regel. An die kleine Regel wird das eine Ende der Kette gehängt. Das Streichen wird dann zuerst durch den Compaß bestimmt, und die Scheibe so gestellt, daß die kleine Regel dieselbe Stunde angiebt wie der Compaß. Das andere Ende der Kette wird darauf an die kleine Regel einer zweiten Scheibe befestigt, und das Streichen mit dieser bestimmt u. s. w. *). Wir kommen weiter unten darauf zurück.

Der in dem Obigen beschriebenen Instrumente bedienen sich gewöhnlich die deutschen Markscheider; in andern Ländern werden noch verschiedene andere gebraucht. So wendet man z. B. in Schweden, wo die Markscheidekunst auf einer hohen Stufe der Bildung steht, gewöhnlich den Meßtisch, das Diopterlineal und einen Grubenquadranten an, welche Instrumente der schwedische Markscheider aber auch mit Vortheil gebrauchen kann, da der Bergbau in Schweden größtentheils auf mächtigen Lagern, und zum Theil auch am Tage betrieben wird, unter Tage gewöhnlich weite und hohe Räume enthält, und selten tiefe und

---

*) Wegen der genauen Beschreibung der Markscheide-Instrumente verweise ich auf Studer's Beschreibung der verschiedenen Zeichnen- und vorzüglich beim Bergbau nöthigen Vermessungsinstrumente. Mit Kupf. Dresden 1811. H.

enge Schachte hat. Der deutsche Bergbau dagegen wird größtentheils auf schmalen Gängen, Lagern und Flötzen unter Tage getrieben, daher der deutsche Markscheider seine Arbeiten in oft sehr engen Räumen vorzunehmen hat. Auch die tiefen Schachte beim deutschen Bergbau erschweren die Operationen des Markscheiders, weshalb in diesen Fällen nur einfache Instrumente angewendet werden dürfen, mit denen sich jedoch rasch operiren läßt, und welche Resultate liefern, deren Richtigkeit in Erstaunen setzt *).

Zweiter Abschnitt.

Von den Operationen der Markscheidekunst.

1. Operationen in der Grube, oder der Markscheiderzug.

Wenn man einen Markscheiderzug verrichten will, so muß man keine eisernen Instrumente bei sich tragen, damit dieselben nicht auf die Magnetnadel einwirken können. Zum Anhängen des Hängecompasses gebraucht man entweder die Lachterkette, oder auch eine hanfene Schnur. Man bedarf wenigstens dreier Gehülfen, von denen zwei die Kette oder die Schnur spannen, der dritte das Licht, das sogenannte Winkelbuch, den Lachterstab ꝛc. tragen muß **). Ist auf diese Weise Alles bereit, so nimmt der Markscheider die rechte Seite des abzuziehenden Stollens, schraubt in die Thürstöcke, oder, wo Zimmerung oder festes Gestein ist, in

---

*) Ueber das schwedische Markscheiden s. Hausmann's scandinavische Reise. Bd. V. S. 115. H.

**) Die Engländer erleuchten den Compaß mittelst eines sehr kleinen Wachslichtes, welches sie mitten auf das Glas setzen (Fig. 7. Taf. XII.), wodurch die durch die Näherung des Eisens veranlaßten Nachtheile vermieden werden. Ich finde diese Einrichtung sehr bequem, und kann sie sehr empfehlen; der ganze Compaß ist stets vollkommen erleuchtet. (Die beim Ziehen gebrauchten Lampen müssen immer aus Messing oder aus Kupfer bestehen. H.)

angebrachte Spreizen, die Schrauben, woran die Kette oder eine hanfene Schnur befestigt wird, an die man den Compaß hängt. Auf einem Stollen oder einer Strecke, die viele Krümmungen hat, muß man viele Stationen machen, d. h. den Compaß öfter observiren, um die verschiedenen Winkel zn erlangen. Hat der Bau aber nur wenige Krümmungen, so mißt man mit der Kette von einer bis zur andern, und observirt den Compaß bei jeder, macht demnach nur wenige Stationen. Ist endlich der Stollen in ganz gerader Linie betrieben, und kann man ein Licht vor dem Orte und das Tagslicht im Mundloche beobachten, so visirt man mit einem Diopter-Lineal nach beiden Punkten, und braucht daher nur eine Compaß-Beobachtung zu machen. Bei jeder Station hat der Markscheider Folgendes zu beobachten:

1) Die Stunden- oder Gradezahl, bei welcher die Nordspitze der Magnetnadel stehen bleibt, und 2) die Länge der Station. Er schreibt dieß in das vorher dazu vorgerichtete Winkelbuch. Am Rande notirt er alle bemerkenswerthe Punkte, die er links und rechts angetroffen hat, wie Querschläge, eine Quelle, die Veränderung des Gebirgsgesteins, ein überfahrener Gang ꝛc., und es ist gut, wenn *einer* von diesen Gegenständen den Anfang oder das Ende einer Station bildet. Es sind dieß wohl zu berücksichtigende Anhaltspunkte, die auf dem Risse bemerkt werden müssen.

Es ist am besten, die Hauptstollen, die Grund- oder Feldstrecken erst ganz abzuziehen, zuzulegen, die ganze Arbeit zu prüfen (oder den Gegenzug zu thun), und darauf die Querschläge und andere Baue abzuziehen. Alle diese kleinen Baue, deren Stelle man beim Abziehen des Stollens oder der Hauptstrecke nur blos bemerkt hat, sind treffliche Mittel, um sich von der Richtigkeit des Hauptzuges zu überzeugen, besonders wenn man von dem Stollen oder der Strecke wieder anfängt, und wenn man die Entfernung

zwischen zweien dieser Baue von neuem mißt. Man muß die Seite des Stollens oder der Strecke, die man einmal gewählt hat, nicht verwechseln; denn ohne diese Gleichförmigkeit würde man kein richtiges Bild von den Bauen erhalten.

Wenn man, statt auf einem Stollen, durch einen Schacht in die Grube gelangt, so mißt man, wenn er seiger ist, seine Teufe mittelst einer mit einem Bleiloth versehenen Schnur, und seine Länge und Weite, oder seinen Durchmesser, wenn er rund ist, mit dem Lachterstabe. Bei donnlägigen Schachten wird dasselbe Verfahren angewendet, wie bei dem Abziehen einer geneigten Strecke, wovon weiter unten das Nöthige vorgetragen werden wird. Ist man in das Gesenk eines Schachts gelangt, so operirt man, wie oben angegeben wurde.

Neben dem Streichen und der Länge der Baue muß aber auch ihr Steigen oder Fallen abgenommen werden, welches zwar nicht auf dem Grundrisse, jedoch aber auf dem Durchschnitte oder Seigerrisse dargestellt wird.

In das Winkelbuch wird daher, in den dazu vorgerichteten Rubriken, Folgendes notirt: 1) Die Zeit, zu welcher der Grubenzug verrichtet worden ist, der Name der Grube und der Zweck des Zuges; 2) der Anhaltungspunkt; 3) die mit der Lachterkette gemessene Seigerteufe zwischen der Sohle und dem Anhaltungspunkte des Zuges; 4) die Größe der flachen Schnur, mit der Lachterkette gemessen; 5) das Steigen oder Fallen der flachen Schnur, mittelst des Gradbogens gemessen; 6) das Streichen der flachen Schnur, mittelst des Compasses gemessen; endlich 7) die etwa noch nöthigen Bemerkungen. Diese verschiedenen Rubriken werden bei jeder Station ausgefüllt.

Um das Fallen der Baue zu messen, bedient man sich zweierlei Verfahrungsarten. Die erste und einfachste ist folgende: Man nimmt zwei Maaßstäbe, von denen der eine

halb so lang als der andere ist, stellt erstern genau senkrecht, und legt den andern genau horizontal (Fig. 1. Taf. XII.). Auf den horizontalen Stab stellt man eine Setzwage, und schiebt ihn an dem senkrechten so lange hinauf oder herunter, bis er vollkommeu horizontal liegt. Man merkt darauf die Höhe BD, welche dann auch das Steigen oder Fallen eines Baues, eines Gebirgs ꝛc. angiebt. Die Fig. 1. zeigt, daß auf 14 Decimeter Länge das Gebirge von A bis B 7 Decimeter fällt, oder mit andern Worten, daß dieß Fallen die Hälfte der Länge beträgt; daß bei BC das Fallen gleich der Länge sein würde ꝛc. Man notirt dieß nun, wie schon bemerkt, mit einem st. (steigen), oder mit einem f. (fallen) in dem Winkelbuche. Hat der Bau ein gleichförmiges Fallen, oder steigt er nicht bald und fällt dann wieder, so wird der eine von den Buchstaben nur bei der ersten Station bemerkt. Auf diese Weise bleibt nur die Columne des Fallens hinzuzufügen nöthig, um das allgemeine Fallen oder die Seigerteufen zwischen zwei Sohlen einer Grube zu erhalten, die nur durch flache Schachte oder schwebende Strecken mit einander in Verbindung stehen; denn der Zweck dieser Operation ist kein anderer, als die Verschiedenheit des Niveaus zwischen zwei oder mehreren Grubenbauen zu bestimmen, das Fallen eines großen Stollens zu finden, oder die Entfernung zweier Punkte von einander genau zu bestimmen. So ist z. B. die Entfernung des Punktes A von dem Punkte B (Fig. 2.) nicht die Linie AB, sondern ihre horizontale Projektion, oder ihre Sohle A′D, und es ist eben so wichtig, diese Verschiedenheit sowohl unter als über Tage zu kennen. Läßt man sie unberücksichtigt, so giebt man auf den Rissen die Seigerteufen zwischen den verschiedenen Teufen zu groß an, sobald sie durch flache Schachte oder schwebende Strecken, und nicht durch seigere Schachte mit einander in Verbindung stehen. Alle

diese Arbeiten kann man wegen der Dunkelheit und geringen Höhe der Baue nicht mit dem Niveau und Visiren ausführen *).

Dieß ist nun zwar das einfachste, aber nicht das rascheste Verfahren.

Das zweite ist folgendes: Man nimmt die oben beschriebenen Gradbogen, Fig. 2. Taf. XII., hängt sie an die ausgespannte Schnur oder Kette, welches über Tage durch zwei senkrecht eingesteckte Stäbe von gleicher Höhe, Fig. 3., geschieht, und beobachtet nun den Grad, welchen der Faden oder das Haar angiebt. Dieß ist der Grad des Fallwinkels; denn wenn der Faden den Nullpunkt angiebt, so beweis't dieß, daß die der Sohle parallele Schnur horizontal hängt, und wenn sie eine Neigung hat, so ist der zwischen der horizontalen und der Aufhängungslinie des Instruments gebildete Winkel derselbe, welcher von dem Faden auf dem Halbkreise angegeben wird. In dem angeführten Beispiele Fig. 2. beträgt der Winkel 25 Grad **).

Wenn man Ketten von Messingdraht gebraucht, so wird an diese sowohl der Compaß als auch der Gradbogen aufgehängt, so daß man, ohne zwei Operationen vorzunehmen, zu gleicher Zeit das Streichen und das Fallen

---

*) Ein Lager mit 2 Grad Fallen fällt auf das Lachter 3 Zoll, bei 8 Grad 9 Zoll; bei 10 Grad um 12 Zoll; bei 21 Grad 2 Fuß; bei 28 Grad 3 Fuß; bei 45 Grad ein Lachter, d. h. eben so viel als die Länge beträgt. Für die erstern Fallwinkel sind die Data nicht ganz genau, jedoch sind sie bei der Untersuchung eines Gebirges hinreichend. H.

**) Nach Herrn Dufrenoy drücken die Engländer das Fallen eines Lagers oder eines Ganges nicht mit dem Horizont aus, sondern gewöhnlich durch die Tangente des Winkels, welchen die Fallebene mit der Senkrechten macht, indem sie sagen, daß sich das Lager auf 1 Lachter um so und so viel Zolle von der Senkrechten entferne ꝛc.

auf die Länge der ausgespannten Kette abnimmt, wodurch die Arbeit sehr erleichtert wird *).

Jedoch erhält man das allgemeine Fallen eines Stollens oder flachen Schachtes ꝛc. nicht durch eine einfache Addition, sondern man muß diese Linien entweder auf dem Papier verzeichnen, oder sie für jede Station trigonometrisch berechnen. Jedoch erlangt man dieß leicht, weil man die drei Winkel eines jeden Dreiecks und die durch die Sohle der Strecke gebildete Hypotenuse kennt. Es ist wohl unnütz, zu bemerken, daß man, nachdem man Stunde oder Grad des Compasses, Grad des Bogens und Länge der Kette observirt hat, von dem Punkte, an welchem die erste Station anfhört, in der zweiten wieder ausgehen, und so bis an's Ende eines Stollens ꝛc. fortfahren müsse.

Hat eine Grube mehrere Tageöffnungen, oder will man auf dem Risse einige über Tage befindliche Gegenstände anbringen, so verfährt man genau so, wie bei dem Zuge unter Tage. Um z. B. die Stelle des Kreuzes A Figur 7. Taf. XI. in Beziehung auf den Schacht zu bestimmen, visirt man von diesem aus mit einem mit Dioptern versehenen Compaß dahin, bemerkt den Winkel, den dieser angiebt, und mißt die gerade Linie oder seine Entfernung vom Schachte, nivellirt auch den Boden, wenn er uneben ist. Kann man den Punkt nicht von dem Schacht aus beobachten, so muß man mehrere Stationen machen.

2 Vom Zulegen eines Markscheiderzuges und der Fertigung der Grubenrisse.

Wenn man nun die verschiedenen Grubenbaue abge-

---

*) Wie man mit dem Gradbogen in ebenen Gegenden auf eine geschwindere und bequemere Art, als gewöhnlich geschieht, nivelliren kann, s. Bergmeister Böbert in Karsten's Archiv, Band XVI. S. 61. H.

zogen hat, so muß man sie auf dem Papiere entwerfen, oder den Zug zulegen, wobei man einen passenden verjüngten Maaßstab annimmt. Ehe man jedoch die Zulage beginnt, muß man Folgendes berücksichtigen:

1) Man muß einen Bogen Papier mit seinen Rändern auf einen Tisch aufkleben, der durchaus kein Eisen an sich hat, entfernt auch alles Eisen aus der Nähe, welches Einfluß auf die Magnetnadel haben könnte.

2) Ist das Papier gehörig gespannt, so zieht man einen Rand um dasselbe, welches blos mit einfachen Tuschlinien geschieht. Darauf setzt man das Zulege-Instrument, Fig. 6. Taf. XII., so darauf, daß die lange Seite desselben, und folglich auch die Linie N S, vollkommen mit dem einen Rande des Papiers parallel sei, weshalb man den Tisch so lange drehen muß. Ist dieß geschehen, und zeigt der Nordpunkt nach dem obern Theile des Papiers, so bezeichnet man auf dem Fußboden des Zimmers die Stelle von den vier Beinen des Tisches, damit man ihn leicht wieder in dieselbe Lage bringen, oder sich überzeugen könne, daß er sie nicht verändert habe, welches man auch sehen kann, wenn die Nordlinie parallel mit zwei Rändern des Papiers ist. Auf diese Weise correspondiren die vier Seiten des Papiers den vier Weltgegenden, und wenn man die Abweichung der Magnetnadel unberücksichtigt läßt, so bemerkt man das Datum auf dem Risse, und an der Nordseite, daß es der magnetische und nicht der wirkliche Norden sei. Man braucht alsdann die, jedes Jahr sich verändernde, Abweichung der Nadel nicht zu bemerken. Ehe man alsdann die Zulage anfängt, wirft man einen Blick in das Winkelbuch, um zu sehen, nach welcher Richtung zu die bedeutendsten Baue liegen, damit man mehr rechts auf dem Papiere anfange, wenn sich die Baue links erstrecken, und links, wenn sie sich rechts ausdehnen.

Sind nun alle diese kleinen Vorarbeiten beendigt, so trägt man alle Stationen, so wie man sie in der Grube ge-

gemacht hat, auf das Papier, indem man den Compaß genau in dieselbe Lage bringt, die er in der Grube bei jeder Station gehabt hat, und mit Geduld erwartet, bis die Nordspitze der Nadel auf derselben Stunde und deren Theile oder auf demselben Grade still steht, die man in dem Winkelbuche notirt hat. Während die Nadel schwankt, nimmt man mit dem Zirkel die Länge der Station auf dem verjüngten Maaßstabe ab, und nachdem die Nadel zur Ruhe gekommen ist, zieht man an der einen Seite des Zulege-Instruments mit einer Bleifeder eine Linie, und bemerkt auf derselben mit dem Zirkel die Länge der ersten Station, nachdem schon der Ausgangspunkt bezeichnet worden ist.

Wenn die Richtung der zweiten von der der ersten nur wenig abweicht, so muß man den Compaß sehr behutsam drehen, damit die Nadel nicht zu viel bewegt werde, und leicht auf dem bestimmten Punkte stehen bleibe. Ist dieß geschehen, so zieht man, von dem Endpunkte der ersten Station an, eine Linie, und steckt auf derselben mit dem Zirkel die Länge der zweiten Station ab. Auf diese Weise erhält man nach und nach das Streichen, die Länge und die genaue Gestalt der rechten Seite des Stollens oder der Strecke, auf welcher man den Zug verrichtet hat. Da jedoch der Stollen eine gewisse Breite hat, so zeichnet man aus freier Hand und ohne Lineal eine, der ersteren parallele Linie, deren beiderseitige Entfernung die Breite bezeichnet. Ein Blick auf Fig. 7. Taf. II. wird das Gesagte noch deutlicher machen.

Hat man nun auf diese Weise Stollen und Feld- oder Grund- und Mittelstrecken zugelegt, so trägt man auch die übrigen Hülfs- und Abbaue auf dem Risse ein, und erhält einen genauen Grundriß, oder eine horizontale Projektion von allen Theilen einer Grube. Jedoch erkennt man durch diesen Theil des Grubenrisses weder die Teufe der Schachte, noch das Fallen der Strecken, noch die Entfernung zwi-

schen zwei Sohlen. Alles liegt auf einem solchen Grundrisse in gleicher Ebene, und man bedarf daher noch eines andern Risses, um einen genauen Begriff von einer Grube zu erhalten.

Dieser zweite Theil des Grubenrisses heißt ein Durchschnitt oder ein Seigerriß, und man kann ihn mit nichts besser vergleichen, als mit einem Hause, von welchem die Vorderwand weggenommen worden ist, und in welchem man mit einem Blick die verschiedenen Stockwerke und die zu denselben führenden Treppen übersieht. Bei dem Seigerriß einer Grube wird angenommen, daß das Gebirge senkrecht durchschnitten worden sei, weshalb man die verschiedenen Baue, die es enthält, übersehen kann. Hat man nun die Teufe der Schachte, das Steigen und Fallen der Strecken in dem Winkelbuche genau notirt, und den Grundriß genau gezeichnet, so ist nichts leichter als das Auftragen des Seigerrisses. Man braucht nur am Ende der im Grundrisse zugelegten Strecken senkrechte Linien und dem Schachte die Teufe zu geben, die man durch die Messung gefunden hat. Auf dem in Fig. 7. Taf. XI. dargestellten Beispiele ist der seigere Hoffnungsschacht, von dem man auf dem Grundrisse nur die Oeffnung sehen kann, im Seigerrisse ganz dargestellt, eben so auch die Julienstrecke, die in einer Teufe von 14 Meter von dem Schachte ausläuft. Nun sieht man, daß eben so wie ein Grundriß allein keinen vollständigen Begriff von den Bauen giebt, dieß eben so wenig mit einem Seigerriß allein der Fall ist. Denn wenn man keinen Grundriß hätte, so würde man glauben, daß die St. Barbara und die Luise mit einander in Verbindung ständen und den Schacht durchschneiden würden, obgleich sie weit davon entfernt sind. Eben so wenig würde man durch den blossen Seigerriß einen richtigen Begriff von der Ausdehnung der Königinstrecke und des Carolinenstollens erhalten, die nur verkürzt da sind ꝛc. Aus diesem Grunde

macht man auch zwei Seigerrisse, den einen nach dem Streichen, den andern nach dem Fallen, und wenn der darzustellenden Baue sehr viele sind und die abzubauende Lagerstätte Unregelmäßigkeiten zeigt, so ist man oft, um Deutlichkeit zu erlangen, genöthigt, von jeder Sohle einen besondern Grundriß zu zeichnen. Die Namen und die Farben, welche man auf Grund- und Seigerriß gleich macht, erleichtern zwar das Verständniß der Risse, allein sie genügen nicht immer. Man kann in dieser Hinsicht nichts Schöneres sehen, als die Grubenrisse, die in dem Atlasse zu dem Werke des General-Inspectors und Staats-Raths von Villefosse, „über den Mineralreichthum," vorhanden sind.

Es ist nicht gebräuchlich, die über Tage liegenden Gegenstände auf den Grubenrissen darzustellen, und ich gebe auch zu, daß es nicht passend sei. Jedoch giebt es einige Gegenstände, die man darauf bemerken muß, wohin Landstraßen, Gebäude, Flüsse ꝛc. gehören, indem man es zu vermeiden hat, denselben mit den Grubenbauen zu nahe zu kommen, um nicht ihrer Festigkeit zu schaden, das Eindringen des Wassers zu veranlassen ꝛc. So sieht man z. B. auf Fig. 7. Taf. XI., daß es sehr gefährlich sein würde, die Julienstrecke weiter zu treiben, da alsdann unfehlbar die Wasser des Coly-Flusses in die Baue dringen würden. Zeigen nun die Grubenrisse nicht immer das Bild dieser gefährlichen Nachbarschaft, so könnte es vielleicht in Vergessenheit gerathen, besonders wenn eine Grube neue Beamten erhält.

Aus demselben Grunde rathe ich auch dazu, auf der Gebirgsoberfläche die Oerter der vorzüglichsten Stollen und Strecken durch eine Art Handweiser, Fig. 3. Taf. XII., zu bezeichnen, indem der Arm das Streichen angiebt. Sie müssen jeden Monat in dem Maaße weiter gesteckt werden, als der Betrieb fortrückt, indem man auch das Fallen des Gebirgs und der Baue bemerkt. Auf diese Weise kann

man sich von irgend einem Punkte aus ein deutliches Bild von den Grubenbauen in Beziehung auf die Gebirgsoberfläche machen, und man weiß immer, unter wessen Grund und Boden dieser oder jener Bau befindlich, welcher von den benachbarten (markscheidenden) Gruben, wenn diese vorhanden sind, man am nächsten ist, wenn man gegen eine, sich am Tage verschieden zeigende Felsart vordringt ꝛc. Dieß sind alles Dinge, deren Kenntniß von Nutzen ist, und die wenig Mühe und Kosten verursachen, da man es doch nie unterlassen darf, die Fortschritte des Grubenbetriebes durch Ziehen und Zulegen auf den Grubenrissen nachzutragen.

Sehr gut ist es auch, die Grubenrisse mit einem Netze zu versehen, besonders ist es bequem bei der Korrespondenz des Grubenbeamten mit seiner vorgesetzten Behörde, welche Copien von den Rissen seiner Gruben in Händen haben. Wir wollen z. B. annehmen, daß der Carolinenstollen in einem Jahre getrieben worden sei, und daß man einen Begriff von seiner Gestalt und von seinem Streichen geben wolle. Es ist dann hinreichend, die zwischen g 2, k 2, begriffenen Quadrate des Netzes von dem Risse Figur 7. Taf. XI. einzuschicken, die dann genau auf den Riß passen, der diesen Bau noch nicht enthält. Es sind Längen und Breiten, mit deren Hülfe man sich ohne Umschreibung versteht. So kann man z. B. sagen, daß das eiserne Kreuz auf dem Durchschnittspunkte der Linien n und 3 liege; man bringt es daher auf dem andern Exemplar des Risses auf die richtige Stelle, selbst wenn dieser nach einem andern Maaßstabe aufgetragen worden wäre.

Der sehr einfache, ideelle Riß, den ich in Fig. 7. Taf. XII. dargestellt habe, giebt eine Ansicht von den Bauen auf einem Gange, dessen Streichen durch die Königin-Feldstrecke angegeben wird, indem diese auf dem Gange aufgefahren ist. Er fällt westwärts, und sein Ausgehendes würde ostwärts im Bette des Coly-Flusses sein.

Am Ende der St. Barbara-Strecke würde sich der Gang aufgethan haben, weshalb auch die Weitung getrieben ist. Der Carolinenstollen würde auf einem Nebentrumm des Ganges getrieben, wogegen er mit der Luise, Julie und St. Barbara in der Richtung seines Fallens getrieben worden ist.

Die Risse von Steinkohlengruben sind im Allgemeinen bei weitem regelmäßiger, und da der Abbau gewöhnlich durch Pfeiler oder Streben geschieht, so zeigen sie große abgebaute Felder, welches man bei metallischen Bergwerken selten in solcher Ausdehnung findet.

Einen richtigen Begriff von der Gestalt und gegenseitigen Lage der Grubenbaue zu geben, ist jedoch nicht der einzige Vortheil, den ein Riß gewährt. Er leistet uns fast täglich eine Menge anderer Dienste, die wir durchaus nicht haben könnten, wenn man seine genaue Anfertigung versäumte. Man kann sich seiner wie einer topographischen Karte bedienen, um die Entfernung eines Punkts von einem andern zu ersehen. Will man z. B. die Seigerteufe zwischen dem Mundloche des Carolinenstollens und der St. Barbara-Weitung wissen, so öffne man den Zirkel von e' bis 8, und man wird sehen, daß sie 18 Meter beträgt. Oeffnet man ferner den Zirkel von e bis e', so wird man sehen, daß man 75 Met. auffahren muß, um in senkrechter Richtung unter die Weitung zu kommen.

Ich nehme an, daß der Carolinen-Stollen in einem tiefen Thale zu Tage ausgehe, und daß man diesen Umstand benutzen wolle, um den Wassern aus dem Schachttiefsten Losung zu verschaffen, statt sie durch kostbare Mittel zu heben. Man messe daher diese Entfernung mit dem Zirkel auf dem Grundrisse, und man wird finden, wie lang der zu treibende Stollen sein muß, um zu dem wassernöthigen Punkte zu gelangen, dessen Höhe in Beziehung auf den Carolinenstollen man durch dasselbe Mittel erfahren wird. Beide müssen wenigstens in gleichem Niveau lie-

gen, oder das Gesümpfe des Schachts etwas höher als das Stollenmundloch, wenn der Zweck, den man sich vorgesteckt hat, erreicht werden soll. Ich könnte noch eine Menge anderer Umstände anführen, unter denen die Grubenrisse unentbehrlich sind; denn obgleich ein großer Theil dieser Aufgaben durch den Kalkül und mit Hülfe der logarithmischen Tafeln aufgelöst werden können, so giebt es doch andere, bei denen dieß weit genauer durch die graphische Methode als durch die Trigonometrie geschieht. Dahin gehört z. B. die, wodurch die Länge des Stollens, welcher das Schachttiefste mit dem Carolinenstollen verbindet, bestimmt wird. Jedoch schließt die eine Methode die andere nicht aus, und wie schon bemerkt, muß man sich des trigonometrischen Kalküls bedienen, wenn man vorher bestimmen will, in welcher Teufe ein Lager mit einem seigern Schacht durchsunken wird, oder wo man diesen ansetzen muß, um es in einer gegebenen Teufe zu durchsinken.

3. Auflösung der Dreiecke durch logarithmische Tafeln.

Das Lager, der Schacht und die Gebirgsoberfläche bilden ein rechtwinkliges Dreieck A B C, Fig. 4. Taf. XII., dessen Winkel alle bekannt sind. Wenn nun der Schacht 288 Meter tief sein soll: in welcher Entfernung von dem Ausgehenden muß A angesetzt werden, oder wie viel Meter muß die Seite A C haben?

Formel.

Sin. A : B C = Sin. B : A C.

Log. Sin. A 30°, arithm. Complem.	0,30103 *)
Log. B C 288 Met.	2,45939
Log. Sin. B 60°	9,93753
	x2,69795

*) Beispiel, um das arithmetische Complement des Sinus A von 30 Graden zu nehmen. In den Tafeln findet man für den Sinus von 30° = 9,69897. Man zieht die erste Ziffer rechts von

Man suche diesen Logarithmus jedoch blos mit der Charakteristik 2 statt 12, und man wird sehen, daß er 499 korrespondirt. Man muß sich daher 500 Lachter entfernen, damit ein Schacht von 300 Met. Teufe, von denen jedoch 12 für das Vorgesümpfe abgehen, in einer Teufe von 288 Met. ein um 30 Grad fallendes Flötz durchsinke.

Wir wollen nun annehmen, daß man das Umgekehrte erfahren wolle, d. h. daß man das Ausgehende eines Flötzes und seinen Fallwinkel kenne, und es sich nun frage, wie tief ein 500 Meter von demselben angesetzter Schacht werden müsse, um das Flötz zu durchsinken, und welches die flache Höhe sei, welche der Schacht abtrocknen würde?

Diese Frage reducirt sich darauf, die Seite BC und die Hypotenuse zu suchen, welche hier das Flötz AB selbst ist.

Formel für die Seite BC.

Sin. B : AC = Sin. A : BC.

Log. Sin. von 60°, arithm. Complem.	0,06247
Log. 500 Met.	2,69897
Log. Sin. von 30°	9,69897
Logarithmus	x2,46041,

welcher in den Tabellen 289 Meter korrespondirt.

Formel für die Hypotenuse AB.

Sin. B : AC = Radius : AB.

Log. Sin. 60°, arithm. Complem.	0,06247
Log. AC von 500 Met. . . .	2,69897
Log. Radius	10,00000
Logarithmus	x2,76144,

welcher in den Tafeln 577 Meter korrespondirt.

Obgleich ungleichseitige Dreiecke in der Markscheide-

---

10 und alle übrigen von 9 ab, und erhält: 7 von 10 bleibt 3, — 9 von 9, 0, — 8 von 9, 1, — 9 von 9, 0, — 6 von 9, 3, — 9 von 9, 0, oder 0,30103. Dieß ist das gesuchte Complement. H.

kunst nur selten vorkommen, so ist folgendes doch die Art, wie man die Fälle auflösen kann: 1) wenn eine Seite und zwei Winkel, und 2) wenn zwei Seiten und ein nicht dazwischenliegender Winkel bekannt sind (Fig. 5. Taf. XII.).

Erster Fall. Die Seite AB und zwei Winkel, A und B, sind bekannt. Um eine der andern Seiten zu erhalten, macht man folgende Proportion:

Sin. C : AB = Sin. A : BC.

Log. Sin. 70°, arithm. Complem.	0,02701
Log. AB von 51 Meter . . .	1,70757
Log. Sin. A 50°	9,88425
CB, gesuchte Seite, Logarithm. x	1,61883,

welcher in den Tafeln 41,5 Meter korrespondirt.

Zweiter Fall. Es seien die Seiten AB, BC und der Winkel C bekannt, so erhält man einen andern Winkel durch folgende Proportion:

AB : Sin. C = BC : Sin. A.

Log. AB von 51 Met. arithm. Complem.	8,29243
Log. Sin. C 70°	9,97299
Log. BC von 41,5 Meter	1,61805
Logarithmus x	9,88347,

welcher in den Tafeln 49° 53′ korrespondirt *).

---

*) Gebrauch der logarithmischen Tafeln der Zahlen und Sinus.

Die kleinen logarithmischen Tafeln sind nur bis 10000 berechnet, und genau genug für den gewöhnlichen Gebrauch; die größern Tafeln haben 6, auch 7 Decimalstellen.

Um in den Tafeln den Logarithmus einer Zahl, 2180 z. B., zu finden, sucht man diese Summe in der Reihe der Zahlen, und die sich daneben in der Reihe der Logarithmen findende ist der gesuchte Logarithmus = 3,33846. Ist die Zahl dagegen 21800, so hat der Logarithmus statt 3 4 zur Charakteristik. Dieß ist immer hinreichend, wo es sich nicht um eine astronomische Genauigkeit handelt.

Die Logarithmen der Sinus, Cosinus, Tangenten und Cotangenten für jeden Grad und jede Minute sind, wie die Logarithmen

Man findet am Ende dieses Hauptstücks kurze Tafeln von den Sinus; wem diese jedoch nicht hinreichend sind, der muß auf folgende verwiesen werden:

Böbert, der geschwind und richtig rechnende Markscheider. Leipzig 1797.

Hecht's Tafel zur Berechnung der Seigerteufen und Sohlen für die Länge der flachen Schnur = 1. Freiberg 1814.

Dessen Tafel zur Berechnung der Längen und Breiten für die Sohle = 1. Freiberg 1819.

4. Bemerkungen über einige besondere Umstände.

Wir bemerkten schon im vorigen Abschnitte, daß man da, wo Eisenerze gewonnen werden, welche die Eigenschaft haben, auf die Magnetnadel zu wirken, den Compaß nicht mehr gebrauchen könne, und dagegen gewöhnlich die schon oben beschriebenen sogenannten Eisenscheiben anwende.

Die Vorrichtung eines Grubenzugs mittelst dieses Instruments ist folgende:

Man nehme 1) den Anhaltungspunkt des Zuges da, wo man eine flache Schnur ziehen, und deren Streichen mit dem Hängecompaß mit Sicherheit abnehmen kann. *Nun* schlage man

2) in einer schicklichen Entfernung, jedoch nicht über sechs Lachter vom Anhaltungspunkte, eine söhlige und breite Spreitze, schraube auf selbiger die erste Eisenscheibe fest,

---

der Zahlen, in Colonnen an einander gereihet. Auf der ersten Seite findet man den Logarithmus Sinus eines Bogens von 1°, und den Logarithmus Cosinus von 1° ꝛc.; über 44° 59′ hinaus stehen die Grade unten auf den Seiten. Die Logarithmen stehen dann in der Colonne der Cosinus, die der Tangenten in der der Cotangenten ꝛc. *Um* den Logarithmus Sinus eines Bogens von 78° 35′ zu erhalten, suche man 78° unten auf den Seiten, und gehe in der Cosinus-Colonne in die Höhe, bis man an den 35 Minuten korrespondirenden Logarithmus gelangt ist. H.

und zwar so, daß der mit Nord bezeichnete Punkt der zwölften Stundenlinie der Scheibe nach dem Endpunkt des Zuges hingerichtet sei. Man spanne ferner zwischen dem Anhaltungspunkte und dem Haken an der Regel der ersten Eisenscheibe eine Schnur straff an, deren Größe, Neigung und Streichen man auf die bekannte Weise bestimmt. Nach den mit dem Hängecompaß gefundenen Weltgegenden und Streichen orientirt man mittelst des Zeigers an der Eisenscheibe

3) diese erste Eisenscheibe so, daß der Zeiger in dem durch die Beobachtung gefundenen Quadranten die beobachtete Stunde und Theile derselben anzeigt, macht die Schnur im Anhaltungspunkte los, und schlägt den Haken oder die Regel der Scheibe, nach dem Endpunkte des Zuges hin, über.

4) In irgend einer schicklichen Entfernung von der Spreitze, auf welcher die erste Eisenscheibe noch fest ist und bleibt, schlägt man nun in eben der Art eine zweite, auf welcher man eine zweite Eisenscheibe ebenfalls fest anschraubt, und nun zwischen beiden Haken an den Regeln der Scheiben eine Schnur straff anzieht, deren Größe und Neigung man auf die schon bekannte Weise bestimmt.

5) Da die erste Eisenscheibe nach dem Streichen des Hängecompasses orientirt war, so wird beim Anspannen der zweiten Schnur die bewegliche Eisenscheibe gedreht, und der Zeiger giebt nun die Weltgegend, wohin die zweite flache Schnur sich streckt, so wie das Streichen derselben an, wonach nun wieder die zweite Eisenscheibe gestellt wird. Man macht nun

6) die Schnur zwischen beiden Haken an den Regeln der Scheiben, so wie die erste oder hintere Eisenscheibe, los, befestigt sie auf eine dritte Spreitze, und verfährt, wie gesagt worden.

Das Winkelbuch hat dabei dieselbe Einrichtung, wie bei dem Zuge mit dem Compaß.

Die Zulage geschieht mittelst eines Transporteurs, der gleiche Theilung mit der Eisenscheibe hat.

Statt der in ihrer Anwendung unbequemen Eisenscheiben bedient man sich in den Fällen, wo der Compaß nicht genommen werden darf, auch wohl des Meßtisches, auf welchem ein Bogen Papier, oder, wo es sehr naß ist, Rollenblei gespannt worden ist. Man verzeichnet auf demselben die Winkel, welche die horizontale Projektion der auf einander folgenden Stationen bilden, durch Linien, statt sie durch Zahlen auszudrücken, und es ist dann sehr leicht, die Winkel auf den eigentlichen Riß überzutragen. Das Verfahren mit dem Meßtische ist übrigens zu bekannt, um hier noch einer Beschreibung zu bedürfen.

Ein weniger unbequemes Instrument als die Eisenscheiben und welches, da es ebenfalls keinen Compaß hat, denselben Zweck erfüllt, ist der unterirdische Winkelmesser *). Das Instrument besteht aus einer runden Scheibe, die man mittelst eines Niveau's horizontal und fest hinstellt, und deren Peripherie in Grade oder Stunden und Achtel getheilt ist. In der Achse der Scheibe ist eine Regel beweglich, welche das Streichen angiebt. Mit dieser Regel ist eine andere, senkrecht stehende Scheibe fest verbunden, die an ihrem untern Theile abgestumpft ist, und die Gestalt von zwei Drittheilen des Kreises hat; sie ist auf jeder Seite in 121 Grade getheilt. Nebst zweien, mit Haken versehenen Regeln dient sie dazu, die Neigungswinkel anzugeben. Wenn man daher von einem bekannten Streichen, welches mittelst eines Compasses oder besser noch mittelst eines durch einen der Hauptpunkte der Gruben gehenden Meridians bestimmt werden kann, ausgeht, so kann man das Instrument mit Leichtigkeit nach jedem Orte rich-

*) Beschreibung eines zum Behuf des Bergbaues erfundenen unterirdischen Winkelmessers, nebst Anleitung zu dessen Gebrauch, von v. Komarzevsky. Paris 1803. H.

ten und damit, ohne Hülfe des Compasses, jeden Grubenzug verrichten, zugleich auch das Fallen abnehmen. Bei allen Operationen ist es nur erforderlich, die Winkel des Instruments zu beobachten, die Längen der Stationen zu messen und die rechtwinkligen Dreiecke zu berechnen.

Ziehung eines Meridians und Schätzung der Abweichung der Magnetnadel. Das einfachste Mittel, um einen Meridian zu ziehen, und folglich ohne Hülfe des Compasses den wahren Norden des Ortes, an welchem man sich befindet, zu bestimmen, ist folgendes:

Auf dem mittelst eines Niveaus vollkommen horizontal gelegten Grubenrisse befestigt man einen Griffel, und stellt ihn fast senkrecht. Mit einem mit einer Spitze versehenen Lothe bestimmt man genau den Punkt auf dem Grundrisse, welcher dem obersten Ende des Griffels korrespondirt, und um diesen Punkt beschreibt man zwei oder drei concentrische Kreise, beobachtet darauf früh Morgens den Punkt, wo der von dem Griffel geworfene Schatten den Zirkelbogen durchschneidet, und bemerkt den Durchschnitt genau. Nachmittags macht man dieselbe Beobachtung, und bemerkt wieder den Durchschnittspunkt von dem Bogen und dem Schatten. Die durch beide Durchschnittspunkte gezogene Linie ist der gesuchte Meridian, und die senkrecht darauf stehende Linie die wahre Nordlinie.

Um nun die Abweichung der Magnetnadel zu erhalten, ist nichts weiter erforderlich, als parallel mit der wahren Nordlinie den Compaß hinzustellen; man sieht alsdann, um wieviel die Nadel abweicht, und auf welcher Seite.

Um ein richtigeres Resultat zu erhalten, bringt man mit der wahren Nordlinie nach und nach alle vier Seiten des Compasses parallel, und dividirt die ganze Summe der jedesmal observirten Abweichung mit 4. Der Quotient wird die der Wahrheit sehr nahe kommende Abweichung geben.

Reduction der Risse. Man ist oft genöthigt, Grubenrisse nach einem kleinern oder größern Maaßstabe zu copiren, und dieß ist eine sehr langweilige und mühsame Arbeit, wenn man nicht Mittel zu ihrer Abkürzung hat. Der General-Inspector de la Chabaussière hat daher ein sehr einfaches Instrument angegeben, welches er Minometer nennt, und welches die Operation sehr erleichtert. Es besteht aus einem 2 Fuß langen hölzernen Lineal, welches an dem einen Ende einen Maaßstab, und an dem andern einen doppelt oder dreimal so großen hat. An dem einen Ende befestigt man das Lineal mittelst einer Schraube, um die es sich drehen kann. Den kleinen Riß legt man unter den kleinen, und ein weißes Stück Papier unter den großen Maaßstab, bringt nun das Minometer an alle End- und Durchschnittspunkte des Risses, und bemerkt zu gleicher Zeit alle diese Punkte mit dem großen Maaßstabe auf dem Papiere. Man wird einsehen, daß, wenn der Maaßstab dreimal so groß als der kleine ist, der Riß auch dreimal größer werden muß.

Das Copiren mittelst eines Netzes ist bekannt genug und ebenfalls sehr bequem, und um so mehr, da es gut ist, alle Risse mit einem Netze zu versehen, wie schon weiter oben bemerkt wurde.

Da hier nur eine Skizze der Markscheidekunst gegeben werden konnte, so muß zum weitern Studium dieser für den Bergbau so wichtigen Hülfswissenschaft auf folgende Werke verwiesen werden:

v. Oppel's Anleitung zur Markscheidekunst. Dresden 1749.

Beyer's gründlicher Unterricht vom Bergbau, nach Anleitung der Markscheidekunst. Dresden 1749. Anhang zur Markscheidekunst. 1752. Neue, vermehrte Auflage. Altenburg 1785.

Weidler's Anleitung zur Markscheidekunst. Deutsch von Fuxtaller. Wien 1765.

Kästner's Anleitung zur Markscheidekunst. Göttingen 1774.

Lempe's gründliche Anleitung zur Markscheidekunst. Leipzig 1782. Fortsetzung 1792.

Möhling's Anleitung zur Markscheidekunst. Wien 1792.

Hornemann's Handledning uti Svenska Markscheideriet. Stockholm 1802.

Müller's praktische Anleitung zur Markscheidekunst, zum Selbstunterricht für den gemeinen Bergmann. Siegen 1809.

Hecht's Lehrbuch der Markscheidekunst. Freiberg 1829.

Dritter Abschnitt.

Sinus-Tafeln *).

Gebrauch derselben.

Die erste Zahlenreihe, welche über jeder Tafel steht, giebt die Meterzahl der Schnur oder der Hypotenuse von 1 bis 10 an.

Die ersten beiden Colonnen links, in der Grade-Rubrik, geben das Fallen der Schnur von 1 bis 90 Grad, und ihre Unterabtheilung in Viertelgraden an. Zwei vereinigte Zahlen bilden stets 90°, weil die beiden Winkel, welche die Schnur mit der Seigerteufe und der Sohle bilden, stets einem rechten Winkel gleich sind.

Endlich enthalten die 10 Zahlenreihen, rechts von den Graden, die Länge der Sohle (horizontale Linie) und Seigerteufe (senkrechte Linie) in Beziehung auf die der Schnur (Hypotenuse) und der Winkel, welche sie mit den beiden erstern Linien bildet.

Es muß nur noch erinnert werden, daß, wenn das

---

*) Diese Tafeln sind vom General-Inspector de la Chabaussière berechnet worden.

Fallen nicht größer als 45 Grad ist, die erstere Linie die Länge der Sohle, und die zweite die der Seigerteufe angiebt, während jedesmal, wenn das Fallen mehr als 45 Grad beträgt, die erstere Linie die Länge der Seigerteufe, und die zweite die der Sohle bezeichnet. Einige Beispiele werden den Gebrauch der Tafeln noch deutlicher machen.

Wir wollen annehmen, daß die flache Schnur AB Fig. 4. Taf. XII. 10 Meter lang sei und 30 Grad Fallen habe, und man die Länge der Gebirgsoberfläche AC und die Teufe des Schachtes CB wissen will.

Man suche 30 Grad in den Tafeln, so findet man in der Colonne von 10 Metern die Zahlen 8,66 und 5,00, welches bedeutet, daß die Linie AC 8,66 Meter oder 26 Fuß lang, und daß der Schacht CB 5 Meter oder 15 Fuß tief sei. Die Zahl 60 neben der 30, in der ersten Colonne der Grade, giebt den Werth des Winkels B, den der Schacht mit der Schnur bildet, an.

Wir wollen jetzt die Figur umdrehen, und annehmen, daß BC die Sohle und CA die Seigerteufe bezeichne, und daß der durch die flache Schuur AB und die Sohle gebildete Winkel 60 Grad betrage, so muß man folgendergestalt verfahren:

Man suche 60 in der Gradcolonne, und in der zehnten Metercolonne wird man alsdann dieselben Zahlen 8,66 und 5,00 finden. In diesem Falle, in welchem der gesuchte Winkel jedoch größer als 45° ist, bezeichnet 8,66 die Länge der Seigerteufe und 5,00 die Sohle, u. so fort für alle in diesen Tafeln enthaltenen Winkel.

Wir wollen jetzt annehmen, daß, statt Stationen ohne Meterbrüche zu haben, man sich an dem Ende einer Strecke mit einer flachen Schnur von 8,5 Met. und einem Winkel von $25\frac{1}{4}$ Grad befinde. Man verfährt alsdann auf folgende Weise:

Man suche $25\frac{1}{4}$ Grad, und folge dem Finger bis in die Colonne von 8 Metern, wo man die Zahlen 7,24 und

3,41 findet. Ohne nun die Tafel oder die Linie zu verändern, geht man bis in die Colonne von 5 Metern, wo man die Zahlen 4,52 und 2,13 findet. Man schreibt sie unter die beiden erstern, indem man sie um eine Ziffer rechts zurücksetzt, weil sie zehnmal kleinere Einheiten als die erstern darstellen, und man wird erhalten:

7,24	und	3,41
452		213
7,692		3,623.

Eine flache Schnur von 8,5 Met. Länge, welche einen Fallwinkel von $25\frac{1}{4}^{\circ}$ hat, korrespondirt daher einer Sohle von 7,69 Met. und einer Seigerteufe von 3,66 Met.

Hat man endlich eine flache Schnur, die länger als 10 Met., z. B. 16 Met. lang ist, nebst einem anliegenden Winkel von 25°, so addirt man 9,06 und 4,23

der 10ten Colonne mit . . . . 5,44 und 2,54

der 6ten Colonne, und erhält . . 14,50 und 6,77,

oder auch, man verdoppelt die Zahlen der achten Colonne, die 25° gegenübersteht, welches auf dasselbe herauskommt *).

*) Eine Reduction des, in seiner Anwendung so einfachen, französischen Metermaaßes der Tabellen auf Fußmaaß würde nichts helfen, da fast jeder deutsche Staat sein eigenes Maaß hat, und man diese große Verschiedenheit besonders bei den deutschen Bergwerken findet. Folgende Data werden jedoch in jedem Falle die Reductionen sehr leicht machen:

1 badenscher	Fuß	= 0,279	Meter
1 baierscher	"	= 0,291	"
1 braunschweigischer	Fuß	= 0,285	"
1 "	Lachter (80″)	= 1,840	"
1 calenbergscher	Fuß	= 0,292	"
1 englischer	"	= 0,305	"
1 pariser	"	= 0,324	"
1 prager	"	= 0,301	"
1 preußischer	"	= 0,313	"
1 "	Lachter (80″)	= 2,092	"
1 sächsischer (leipz.)	Fuß	= 0,283	"
1 "	Lachter (84″)	= 1,981	"
1 schwedischer	Fuß	= 0,296	"
1 wiener	"	= 0,315	"

H.

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$89\frac{3}{4}$ und $\leq\frac{1}{4}$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
$89\frac{1}{2}$ u. $\leq\frac{1}{2}$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
$89\frac{1}{4}$ u. $\leq\frac{3}{4}$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13
89 u. 1	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19
$88\frac{3}{4}$ u. $1\frac{1}{4}$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,18	0,20	0,22
$88\frac{1}{2}$ u. $1\frac{1}{2}$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26
$88\frac{1}{4}$ u. $1\frac{3}{4}$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30
88 u. 2	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,03	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20	0,24	0,28	0,31	0,35
$87\frac{3}{4}$ u. $2\frac{1}{4}$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	5,99	6,99	7,99	8,99	9,99
	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	0,39
$87\frac{1}{2}$ u. $2\frac{1}{2}$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	5,99	6,99	7,99	8,99	9,99
	0,04	0,09	0,13	0,17	0,23	0,27	0,32	0,36	0,40	0,45
$87\frac{1}{4}$ u. $2\frac{3}{4}$	1,00	2,00	3,00	4,00	4,99	5,99	6,99	7,99	8,99	9,99
	0,05	0,10	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,38	0,43	0,48
87 u. 3	1,00	2,00	3,00	3,99	4,99	5,99	6,99	7,99	8,99	9,99
	0,05	0,10	0,16	0,22	0,26	0,31	0,37	0,42	0,47	0,52
$86\frac{3}{4}$ u. $3\frac{1}{4}$	1,00	2,00	3,00	3,99	4,99	5,99	6,99	7,99	8,99	9,98
	0,06	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,40	0,45	0,50	0,57
$86\frac{1}{2}$ u. $3\frac{1}{2}$	1,00	2,00	2,99	3,99	4,99	5,99	6,99	7,98	8,98	9,98
	0,06	0,12	0,18	0,24	0,31	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61
$86\frac{1}{4}$ u. $3\frac{3}{4}$	1,00	2,00	2,99	3,99	4,99	5,99	6,99	7,98	8,98	9,98
	0,07	0,13	0,20	0,26	0,34	0,40	0,47	0,53	0,60	0,65
86 u. 4	1,00	2,00	2,99	3,99	4,99	5,99	6,98	7,98	8,98	9,98
	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$85\frac{3}{4}$ und $4\frac{1}{4}$	1,00	1,99	2,99	3,99	4,99	5,99	6,98	7,98	8,98	9,97
	0,07	0,15	0,22	0,30	0,37	0,44	0,52	0,60	0,67	0,74
$85\frac{1}{2}$ u. $4\frac{1}{2}$	1,00	1,99	2,99	3,99	4,98	5,98	6,98	7,98	8,97	9,97
	0,08	0,16	0,24	0,31	0,39	0,47	0,55	0,63	0,71	0,78
$85\frac{1}{4}$ u. $4\frac{3}{4}$	1,00	1,99	2,99	3,99	4,98	5,98	6,98	7,97	8,97	9,97
	0,08	0,17	0,25	0,33	0,41	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83
85 u. 5	1,00	1,99	2,99	3,98	4,98	5,98	6,97	7,97	8,97	9,96
	0,09	0,17	0,26	0,35	0,43	0,52	0,60	0,69	0,78	0,87
$84\frac{3}{4}$ u. $5\frac{1}{4}$	1,00	1,99	2,99	3,98	4,98	5,97	6,97	7,97	8,96	9,96
	0,09	0,18	0,27	0,37	0,46	0,55	0,64	0,73	0,82	0,92
$84\frac{1}{2}$ u. $5\frac{1}{2}$	1,00	1,99	2,99	3,98	4,98	5,97	6,97	7,96	8,96	9,95
	0,10	0,19	0,29	0,38	0,48	0,57	0,67	0,77	0,86	0,96
$84\frac{1}{4}$ u. $5\frac{3}{4}$	0,99	1,99	2,98	3,98	4,97	5,97	6,97	7,96	8,96	9,95
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
84 u. 6	0,99	1,99	2,98	3,98	4,97	5,97	6,96	7,96	8,95	9,95
	0,10	0,20	0,31	0,42	0,52	0,63	0,73	0,84	0,94	1,05
$83\frac{3}{4}$ u. $6\frac{1}{4}$	0,99	1,99	2,98	3,98	4,97	5,96	6,96	7,95	8,95	9,94
	0,11	0,22	0,33	0,44	0,54	0,65	0,76	0,87	0,98	1,09
$83\frac{1}{2}$ u. $6\frac{1}{2}$	0,99	1,99	2,98	3,97	4,97	5,96	6,95	7,95	8,94	9,94
	0,11	0,23	0,33	0,45	0,56	0,68	0,79	0,91	1,02	1,13
$83\frac{1}{4}$ u. $6\frac{3}{4}$	0,99	1,99	2,98	3,97	4,96	5,96	6,95	7,94	8,94	9,93
	0,11	0,23	0,35	0,47	0,59	0,70	0,82	0,94	1,06	1,17
83 u. 7	0,99	1,99	2,98	3,97	4,96	5,96	6,95	7,94	8,93	9,93
	0,12	0,24	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85	0,97	1,10	1,22
$82\frac{3}{4}$ u. $7\frac{1}{4}$	0,99	1,98	2,97	3,97	4,96	5,95	6,94	7,94	8,93	9,92
	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,14	1,26
$82\frac{1}{2}$ u. $7\frac{1}{2}$	0,99	1,98	2,97	3,97	4,96	5,95	6,94	7,93	8,92	9,91
	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,30
$82\frac{1}{4}$ u. $7\frac{3}{4}$	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,94	7,93	8,92	9,91
	0,12	0,27	0,40	0,54	0,67	0,82	0,94	1,08	1,21	1,35
82 u. 8	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,93	7,92	8,91	9,90
	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,97	1,11	1,25	1,39

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$81\frac{3}{4}$ und $8\frac{1}{4}$	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,93	7,92	8,91	9,90
	0,14	0,29	0,43	0,57	0,72	0,86	1,00	1,14	1,29	1,43
$81\frac{1}{2}$ u. $8\frac{1}{2}$	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,93	6,92	7,91	8,90	9,89
	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74	0,89	1,05	1,18	1,33	1,48
$81\frac{1}{4}$ u. $8\frac{3}{4}$	0,99	1,98	2,97	3,95	4,94	5,93	6,92	7,91	8,90	9,88
	0,15	0,30	0,46	0,61	0,76	0,91	1,06	1,22	1,37	1,52
81 u. 9	0,99	1,98	2,96	3,95	4,94	5,93	6,91	7,91	8,89	9,88
	0,16	0,31	0,47	0,63	0,78	0,94	1,10	1,25	1,41	1,54
$80\frac{3}{4}$ u. $9\frac{1}{4}$	0,99	1,97	2,96	3,95	4,94	5,92	6,90	7,90	8,88	9,87
	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,13	1,29	1,45	1,61
$80\frac{1}{2}$ u. $9\frac{1}{2}$	0,99	1,97	2,96	3,95	4,94	5,92	6,90	7,89	8,88	9,86
	0,17	0,33	0,50	0,66	0,83	0,99	1,16	1,32	1,49	1,66
$80\frac{1}{4}$ u. $9\frac{3}{4}$	0,99	1,97	2,96	3,94	4,93	5,91	6,89	7,88	8,87	9,86
	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,35	1,52	1,69
80 u. 10	0,98	1,97	2,95	3,94	4,92	5,90	6,88	7,87	8,86	9,84
	0,17	0,35	0,51	0,69	0,87	1,04	1,22	1,39	1,56	1,73
$79\frac{3}{4}$ u. $10\frac{1}{4}$	0,98	1,97	2,95	3,94	4,92	5,90	6,88	7,87	8,86	9,84
	0,18	0,36	0,53	0,71	0,89	1,07	1,25	1,42	1,60	1,78
$79\frac{1}{2}$ u. $10\frac{1}{2}$	0,98	1,97	2,95	3,93	4,92	5,90	6,88	7,87	8,86	9,83
	0,18	0,36	0,55	0,73	0,91	1,09	1,28	1,46	1,64	1,82
$79\frac{1}{4}$ u. $10\frac{3}{4}$	0,98	1,96	2,95	3,93	4,91	5,89	6,88	7,86	8,84	9,82
	0,19	0,37	0,56	0,75	0,93	1,12	1,31	1,49	1,68	1,87
79 u. 11	0,98	1,96	2,94	3,93	4,91	5,89	6,87	7,85	8,83	9,82
	0,18	0,38	0,57	0,76	0,95	1,14	1,34	1,52	1,72	1,91
$78\frac{3}{4}$ u. $11\frac{1}{4}$	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,88	6,87	7,85	8,83	9,81
	0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,17	1,37	1,56	1,76	1,95
$78\frac{1}{2}$ u. $11\frac{1}{2}$	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,88	6,86	7,84	8,82	9,80
	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,39	1,59	1,79	1,99
$78\frac{1}{4}$ u. $11\frac{3}{4}$	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,87	6,85	7,83	8,81	9,79
	0,20	0,41	0,61	0,81	1,02	1,22	1,43	1,63	1,83	2,04
78 u. 12	0,98	1,96	2,93	3,91	4,89	5,87	6,85	7,83	8,80	9,79
	0,21	0,42	0,62	0,83	1,04	1,23	1,46	1,66	1,87	2,08

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$77\frac{3}{4}$ und $12\frac{1}{4}$	0,98	1,95	2,93	3,91	4,89	5,86	6,84	7,82	8,80	9,77
	0,21	0,43	0,64	0,85	1,07	1,28	1,49	1,71	1,92	2,13
$77\frac{1}{2}$ u. $12\frac{1}{2}$	0,98	1,95	2,93	3,91	4,88	5,86	6,83	7,81	8,79	9,76
	0,22	0,43	0,65	0,87	1,08	1,30	1,52	1,73	1,95	2,16
$77\frac{1}{4}$ u. $12\frac{3}{4}$	0,98	1,95	2,93	3,90	4,88	5,85	6,83	7,80	8,77	9,75
	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54	1,77	1,99	2,21
77 u. 13	0,97	1,95	2,92	3,90	4,87	5,85	6,82	7,79	8,76	9,74
	0,22	0,45	0,67	0,90	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25
$76\frac{3}{4}$ u. $13\frac{1}{4}$	0,97	1,95	2,92	3,89	4,87	5,84	6,81	7,79	8,76	9,73
	0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,60	1,83	2,06	2,29
$76\frac{1}{2}$ u. $13\frac{1}{2}$	0,97	1,94	2,92	3,89	4,86	5,83	6,81	7,78	8,75	9,72
	0,23	0,47	0,70	0,93	1,17	1,40	1,63	1,87	2,10	2,33
$76\frac{1}{4}$ u. $12\frac{3}{4}$	0,97	1,94	2,91	3,89	4,86	5,82	6,80	7,77	8,74	9,71
	0,24	0,48	0,71	0,95	1,19	1,43	1,66	1,90	2,14	2,38
76 u. 14	0,97	1,94	2,91	3,88	4,85	5,82	6,79	7,76	8,73	9,70
	0,24	0,48	0,73	0,97	1,21	1,45	1,69	1,94	2,18	2,42
$75\frac{3}{4}$ u. $14\frac{1}{4}$	0,97	1,94	2,91	3,88	4,85	5,82	6,78	7,75	8,72	9,69
	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,48	1,72	1,97	2,22	2,46
$75\frac{1}{2}$ u. $14\frac{1}{2}$	0,97	1,94	2,90	3,87	4,84	5,81	6,78	7,75	8,71	9,68
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
$75\frac{1}{4}$ u. $14\frac{3}{4}$	0,97	1,93	2,90	3,87	4,84	5,80	6,76	7,74	8,70	9,67
	0,25	0,51	0,76	1,02	1,27	1,53	1,78	2,04	2,29	2,55
75 u. 15	0,97	1,93	2,90	3,86	4,83	5,80	6,76	7,73	8,69	9,66
	0,26	0,52	0,78	1,04	1,29	1,55	1,81	2,07	2,33	2,59
$74\frac{3}{4}$ u. $15\frac{1}{4}$	0,96	1,93	2,89	3,86	4,82	5,79	6,75	7,72	8,68	9,65
	0,26	0,53	0,79	1,05	1,32	1,58	1,84	2,10	2,37	2,63
$74\frac{1}{2}$ u. $15\frac{1}{2}$	0,96	1,93	2,89	3,85	4,82	5,78	6,75	7,71	8,67	9,64
	0,27	0,53	0,80	1,07	1,34	1,60	1,87	2,14	2,41	2,67
$74\frac{1}{4}$ u. $15\frac{3}{4}$	0,96	1,92	2,89	3,85	4,81	5,77	6,74	7,70	8,66	9,62
	0,27	0,54	0,81	1,09	1,36	1,63	1,90	2,17	2,44	2,71
74 u. 16	0,96	1,92	2,88	3,85	4,81	5,77	6,73	7,69	8,65	9,61
	0,28	0,55	0,83	1,10	1,38	1,65	1,93	2,21	2,48	2,76

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$73\frac{3}{4}$ und $16\frac{1}{4}$	0,96	1,92	2,88	3,84	4,80	5,76	6,72	7,68	8,64	9,60
	0,28	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80
$73\frac{1}{2}$ u. $16\frac{1}{2}$	0,96	1,92	2,88	3,84	4,79	5,75	6,71	7,67	8,63	9,59
	0,28	0,57	0,85	1,14	1,42	1,70	1,99	2,27	2,56	2,84
$73\frac{1}{4}$ u. $16\frac{3}{4}$	0,96	1,92	2,87	3,83	4,79	5,75	6,70	7,66	8,62	9,58
	0,29	0,58	0,86	1,15	1,44	1,73	2,02	2,31	2,59	2,88
73 u. 17	0,96	1,91	2,87	3,83	4,78	5,74	6,69	7,65	8,61	9,56
	0,29	0,58	0,88	1,17	1,46	1,75	2,05	2,34	2,63	2,92
$72\frac{3}{4}$ u. $17\frac{1}{4}$	0,96	1,91	2,87	3,82	4,78	5,73	6,69	7,64	8,60	9,55
	0,30	0,59	0,89	1,19	1,48	1,78	2,08	2,37	2,67	2,97
$72\frac{1}{2}$ u. $17\frac{1}{2}$	0,95	1,91	2,86	3,81	4,77	5,72	6,68	7,63	8,58	9,54
	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,41	2,71	3,01
$72\frac{1}{4}$ u. $17\frac{3}{4}$	0,95	1,91	2,86	3,80	4,77	5,72	6,67	7,63	8,58	9,53
	0,30	0,61	0,91	1,22	1,52	1,83	2,13	2,44	2,74	3,05
72 u. 18	0,95	1,90	2,85	3,80	4,76	5,70	6,66	7,61	8,56	9,51
	0,31	0,62	0,93	1,24	1,55	1,85	2,16	2,47	2,78	3,09
$71\frac{3}{4}$ u. $18\frac{1}{4}$	0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50
	0,31	0,63	0,94	1,25	1,57	1,88	2,19	2,51	2,82	3,13
$71\frac{1}{2}$ u. $18\frac{1}{2}$	0,95	1,89	2,84	3,79	4,73	5,68	6,64	7,59	8,54	9,48
	0,32	0,63	0,95	1,27	1,59	1,90	2,22	2,54	2,86	3,17
$71\frac{1}{4}$ u. $18\frac{3}{4}$	0,95	1,89	2,84	3,79	4,73	5,68	6,63	7,58	8,52	9,47
	0,33	0,64	0,96	1,29	1,61	1,93	2,25	2,57	2,89	3,21
71 u. 19	0,95	1,89	2,84	3,78	4,72	5,67	6,62	7,56	8,51	9,46
	0,33	0,65	0,98	1,30	1,63	1,95	2,28	2,60	2,93	3,26
$70\frac{3}{4}$ u. $19\frac{1}{4}$	0,94	1,89	2,83	3,78	4,72	5,66	6,61	7,55	8,50	9,44
	0,33	0,66	0,99	1,32	1,65	1,88	2,31	2,64	2,97	3,30
$70\frac{1}{2}$ u. $19\frac{1}{2}$	0,94	1,89	2,83	3,77	4,71	5,66	6,60	7,54	8,48	9,43
	0,33	0,67	1,00	1,34	1,67	2,00	2,34	2,67	3,00	3,34
$70\frac{1}{4}$ u. $19\frac{3}{4}$	0,94	1,88	2,82	3,76	4,71	5,64	6,59	7,53	8,47	9,41
	0,34	0,68	1,01	1,35	1,69	2,03	2,37	2,70	3,04	3,38
70 u. 20	0,94	1,88	2,82	3,76	4,70	5,65	6,58	7,52	8,46	9,40
	0,34	0,68	1,03	1,37	1,71	2,05	2,39	2,74	3,08	3,42

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$69\frac{3}{4}$ und $20\frac{1}{4}$	0,94	1,88	2,81	3,75	4,69	5,63	6,57	7,51	8,44	9,38
	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,08	2,42	2,77	3,12	3,46
$69\frac{1}{2}$ u. $20\frac{1}{2}$	0,94	1,87	2,81	3,75	4,68	5,62	6,56	7,49	8,43	9,37
	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50
$69\frac{1}{4}$ u. $20\frac{3}{4}$	0,94	1,87	2,81	3,75	4,68	5,61	6,55	7,48	8,42	9,35
	0,35	0,71	1,06	1,42	1,77	2,13	2,48	2,83	3,19	3,54
69 u. 21	0,93	1,87	2,80	3,73	4,67	5,60	6,54	7,47	8,40	9,34
	0,36	0,72	1,08	1,43	1,79	2,15	2,51	2,87	3,23	3,58
$68\frac{3}{4}$ u. $21\frac{1}{4}$	0,93	1,86	2,80	3,73	4,66	5,59	6,52	7,46	8,39	9,32
	0,36	0,72	1,09	1,45	1,81	2,17	2,54	2,90	3,26	3,62
$68\frac{1}{2}$ u. $21\frac{1}{2}$	0,93	1,86	2,79	3,72	4,65	5,58	6,51	7,44	8,37	9,30
	0,37	0,73	1,10	1,47	1,83	2,20	2,57	2,93	3,30	3,67
$68\frac{1}{4}$ u. $21\frac{3}{4}$	0,93	1,86	2,97	3,72	4,64	5,57	6,50	7,43	8,36	9,29
	0,37	0,74	1,11	1,48	1,85	2,22	2,59	2,96	3,34	3,71
68 u. 22	0,93	1,85	2,78	3,71	4,64	5,56	6,49	7,42	8,34	9,27
	0,37	0,75	1,12	1,50	1,87	2,25	2,62	3,00	3,37	3,75
$67\frac{3}{4}$ u. $22\frac{1}{4}$	0,93	1,85	2,78	3,70	4,63	5,55	6,48	7,40	8,33	9,26
	0,38	0,76	1,14	1,51	1,89	2,27	2,65	3,03	3,41	3,79
$67\frac{1}{2}$ u. $22\frac{1}{2}$	0,92	1,85	2,77	3,70	4,62	5,54	6,47	7,39	8,31	9,24
	0,38	0,77	1,15	1,53	1,91	2,30	2,68	3,06	3,44	3,83
$67\frac{1}{4}$ u. $22\frac{3}{4}$	0,92	1,84	2,77	3,69	4,61	5,53	6,46	7,38	8,30	9,22
	0,39	0,77	1,16	1,55	1,93	2,32	2,71	3,09	3,48	3,87
67 u. 23	0,92	1,84	2,76	3,68	4,60	5,52	6,44	7,36	8,28	9,21
	0,39	0,78	1,17	1,56	1,95	2,34	2,74	3,13	3,52	3,91
$66\frac{3}{4}$ u. $23\frac{1}{4}$	0,92	1,84	2,76	3,68	4,59	5,51	6,43	7,35	8,27	9,19
	0,39	0,79	1,18	1,57	1,97	2,37	2,76	3,16	3,55	3,95
$66\frac{1}{2}$ u. $23\frac{1}{2}$	0,92	1,83	2,75	3,67	4,59	5,50	6,42	7,34	8,25	9,17
	0,40	0,80	1,20	1,60	1,99	2,39	2,79	3,19	3,59	3,99
$66\frac{1}{4}$ u. $23\frac{3}{4}$	0,92	1,83	2,75	3,66	4,58	5,49	6,40	7,32	8,24	9,15
	0,41	0,81	1,21	1,61	2,01	2,42	2,82	3,22	3,62	4,03
66 u. 24	0,92	1,83	2,74	3,65	4,57	5,48	6,39	7,31	8,22	9,14
	0,41	0,81	1,22	1,63	2,03	2,44	2,85	3,25	3,66	4,07

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$65\frac{3}{4}$ und $24\frac{1}{4}$	0,91	1,83	2,74	3,65	4,56	5,47	6,38	7,29	8,21	9,12
	0,41	0,82	1,23	1,64	2,05	2,46	2,88	3,29	3,70	4,11
$65\frac{1}{2}$ u. $24\frac{1}{2}$	0,91	1,82	2,73	3,64	4,55	5,46	6,37	7,28	8,19	9,10
	0,41	0,83	1,24	1,66	2,07	2,49	2,90	3,32	3,73	4,15
$65\frac{1}{4}$ u. $24\frac{3}{4}$	0,91	1,82	2,72	3,63	4,54	5,45	6,36	7,27	8,17	9,08
	0,42	0,84	1,26	1,67	2,09	2,51	2,93	3,35	3,77	4,19
65 u. 25	0,91	1,81	2,72	3,63	4,53	5,44	6,34	7,25	8,14	9,06
	0,42	0,85	1,27	1,69	2,11	2,54	2,96	3,38	3,80	4,23
$64\frac{3}{4}$ u. $25\frac{1}{4}$	0,90	1,81	2,71	3,62	4,52	5,43	6,33	7,24	8,14	9,04
	0,43	0,85	1,28	1,71	2,13	2,56	2,99	3,41	3,84	4,27
$64\frac{1}{2}$ u. $25\frac{1}{2}$	0,90	1,81	2,71	3,61	4,51	5,42	6,32	7,22	8,12	9,03
	0,43	0,86	1,29	1,72	2,15	2,58	3,01	3,44	3,87	4,31
$64\frac{1}{4}$ u. $25\frac{3}{4}$	0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,21	8,11	9,01
	0,43	0,87	1,30	1,74	2,17	2,61	3,04	3,48	3,91	4,34
64 u. 26	0,90	1,80	2,70	3,60	4,49	5,39	6,29	7,19	8,09	8,99
	0,44	0,88	1,32	1,76	2,19	2,63	3,07	3,51	3,95	4,39
$63\frac{3}{4}$ u. $26\frac{1}{4}$	0,90	1,79	2,69	3,59	4,48	5,38	6,28	7,17	8,07	8,97
	0,44	0,88	1,33	1,77	2,21	2,65	3,10	3,54	3,98	4,42
$63\frac{1}{2}$ u. $26\frac{1}{2}$	0,89	1,79	2,68	3,58	4,47	5,37	6,26	7,16	8,05	8,95
	0,45	0,89	1,34	1,78	2,23	2,68	3,12	3,57	4,02	4,46
$63\frac{1}{4}$ u. $26\frac{3}{4}$	0,89	1,78	2,68	3,57	4,46	5,36	6,25	7,14	8,04	8,93
	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50
63 u. 27	0,89	1,78	2,67	3,56	4,46	5,35	6,24	7,13	8,02	8,91
	0,46	0,91	1,36	1,82	2,27	2,72	3,18	3,63	4,09	4,54
$62\frac{3}{4}$ u. $27\frac{1}{4}$	0,89	1,78	2,67	3,56	4,45	5,33	6,22	7,11	8,00	8,89
	0,46	0,92	1,37	1,83	2,29	2,75	3,21	3,66	4,12	4,58
$62\frac{1}{2}$ u. $27\frac{1}{2}$	0,89	1,77	2,66	3,55	4,44	5,32	6,21	7,10	7,98	8,87
	0,46	0,92	1,39	1,85	2,31	2,77	3,23	3,69	4,16	4,62
$62\frac{1}{4}$ u. $27\frac{3}{4}$	0,88	1,.7	2,65	3,54	4,42	5,31	6,19	7,08	7,96	8,85
	0,47	0,93	1,40	1,86	2,33	2,79	3,26	3,72	4,19	4,66
62 u. 28	0,88	1,77	2,65	3,53	4,41	5,30	6,18	7,06	7,95	8,83
	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,69

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$61\frac{3}{4}$ und $28\frac{1}{4}$	0,88	1,76	2,64	3,52	4,40	5,29	6,17	7,05	7,93	8,81
	0,47	0,95	1,42	1,89	2,37	2,84	3,31	3,79	4,26	4,73
$61\frac{1}{2}$ u. $28\frac{1}{2}$	0,88	1,76	2,64	3,52	4,39	5,27	6,15	7,02	7,91	8,79
	0,43	0,95	1,43	1,91	2,39	2,86	3,34	3,82	4,29	4,77
$61\frac{1}{4}$ u. $28\frac{3}{4}$	0,88	1,75	2,63	3,51	4,38	5,26	6,14	7,01	7,89	8,77
	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,89	3,37	3,85	4,33	4,81
61 u. 29	0,87	1,75	2,62	3,50	4,37	5,25	6,12	7,00	7,87	8,75
	0,48	0,97	1,45	1,94	2,42	2,91	3,39	3,88	4,36	4,85
$60\frac{3}{4}$ u. $29\frac{1}{4}$	0,87	1,75	2,62	3,49	4,36	5,24	6,11	6,98	7,85	8,73
	0,49	0,98	1,47	1,95	2,44	2,93	3,42	3,91	4,40	4,89
$60\frac{1}{2}$ u. $29\frac{1}{2}$	0,87	1,74	2,61	3,48	4,35	5,22	6,09	6,96	7,85	8,70
	0,49	0,98	1,48	1,97	2,46	2,95	3,45	3,94	4,43	4,92
$60\frac{1}{4}$ u. $29\frac{3}{4}$	0,87	1,74	2,60	3,47	4,34	5,21	6,08	6,95	7,81	8,68
	0,50	0,99	1,48	1,98	2,48	2,98	3,47	3,97	4,47	4,96
60 u. 30	0,87	1,73	2,60	3,46	4,33	5,20	6,06	6,93	7,79	8,66
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
$59\frac{3}{4}$ u. $30\frac{1}{4}$	0,86	1,73	2,59	3,46	4,32	5,18	6,05	6,91	7,77	8,64
	0,50	1,01	1,51	2,02	2,52	3,02	3,53	4,03	4,53	5,04
$59\frac{1}{2}$ u. $30\frac{1}{2}$	0,86	1,72	2,58	3,45	4,31	5,17	6,03	6,89	7,75	8,62
	0,51	1,02	1,52	2,03	2,54	3,05	3,55	4,06	4,57	5,08
$59\frac{1}{4}$ u. $30\frac{3}{4}$	0,86	1,72	2,58	3,44	4,30	5,16	6,02	6,88	7,73	8,59
	0,51	1,02	1,53	2,05	2,56	3,07	3,58	4,09	4,60	5,11
59 u. 31	0,85	1,71	2,57	3,43	4,29	5,14	6,00	6,86	7,71	8,57
	0,52	1,03	1,55	2,06	2,58	3,09	3,61	4,12	4,64	5,15
$58\frac{3}{4}$ u. $31\frac{1}{4}$	0,85	1,71	2,56	3,42	4,27	5,13	5,98	6,84	7,69	8,55
	0,52	1,04	1,56	2,08	2,59	3,11	3,63	4,15	4,67	5,19
$58\frac{1}{2}$ u. $31\frac{1}{2}$	0,85	1,71	2,56	3,41	4,26	5,12	5,97	6,82	7,67	8,53
	0,52	1,05	1,57	2,09	2,61	3,14	3,66	4,18	4,70	5,23
$58\frac{1}{4}$ u. $31\frac{3}{4}$	0,85	1,79	2,55	3,40	4,25	5,10	5,95	6,80	7,65	8,50
	0,53	1,05	1,58	2,10	2,65	3,16	3,68	4,21	4,74	5,26
58 u. 32	0,85	1,70	2,54	3,39	4,24	5,09	5,94	6,78	7,63	8,48
	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65	3,18	3,71	4,24	4,77	5,30

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$57\frac{3}{4}$ und $32\frac{1}{4}$	0,85	1,69	2,54	3,38	4,23	5,07	5,92	6,77	7,61	8,46
	0,53	1,07	1,60	2,13	2,67	3,20	3,74	4,27	4,80	5,34
$57\frac{1}{2}$ u. $32\frac{1}{2}$	0,84	1,69	2,53	3,37	4,22	5,06	5,90	6,75	7,59	8,43
	0,54	1,07	1,61	2,15	2,69	3,22	3,76	4,30	4,84	5,37
$57\frac{1}{4}$ u. $32\frac{3}{4}$	0,84	1,68	2,52	3,36	4,21	5,05	5,89	6,73	7,57	8,41
	0,54	1,08	1,62	2,16	2,70	3,25	3,79	4,33	4,87	5,41
57 u. 33	0,84	1,68	2,52	3,35	4,19	5,03	5,87	6,71	7,55	8,39
	0,55	1,09	1,63	2,18	2,72	3,27	3,81	4,36	4,90	5,45
$56\frac{3}{4}$ u. $33\frac{1}{4}$	0,84	1,67	2,51	3,35	4,18	5,02	5,85	6,69	7,53	8,36
	0,55	1,10	1,64	2,19	2,74	3,29	3,84	4,39	4,93	5,48
$56\frac{1}{2}$ u. $33\frac{1}{2}$	0,83	1,67	2,50	3,34	4,17	5,00	5,84	6,67	7,50	8,34
	0,55	1,10	1,66	2,21	2,76	3,31	3,86	4,42	4,97	5,52
$56\frac{1}{4}$ u. $33\frac{3}{4}$	0,83	1,66	2,49	3,33	4,16	4,99	5,82	6,65	7,48	8,31
	0,56	1,11	1,67	2,22	2,78	3,33	3,89	4,44	5,00	5,56
56 u. 34	0,83	1,66	2,49	3,32	4,15	4,97	5,80	6,63	7,46	8,29
	0,56	1,12	1,68	2,24	2,80	3,36	3,91	4,47	5,03	5,59
$55\frac{3}{4}$ u. $34\frac{1}{4}$	0,83	1,65	2,48	3,31	4,13	4,96	5,79	6,61	7,44	8,27
	0,56	1,13	1,69	2,25	2,81	3,38	3,94	4,50	5,07	5,63
$55\frac{1}{2}$ u. $34\frac{1}{2}$	0,82	1,65	2,47	3,30	4,12	4,94	5,77	6,59	7,43	8,24
	0,57	1,13	1,70	2,27	2,83	3,40	3,96	4,53	5,10	5,66
$55\frac{1}{4}$ u. $34\frac{3}{4}$	0,82	1,64	2,46	3,29	4,11	4,93	5,75	6,57	7,39	8,22
	0,57	1,14	1,71	2,28	2,85	3,42	3,99	4,56	5,15	5,70
55 u. 35	0,82	1,64	2,46	3,28	4,10	4,91	5,73	6,55	7,37	8,19
	0,57	1,15	1,72	2,29	2,87	3,44	4,02	4,59	5,16	5,74
$54\frac{3}{4}$ u. $35\frac{1}{4}$	0,82	1,63	2,43	3,27	4,08	4,90	5,72	6,53	7,35	8,17
	0,58	1,15	1,73	2,31	2,89	3,46	4,04	4,62	5,19	5,77
$54\frac{1}{2}$ u. $35\frac{1}{2}$	0,81	1,63	2,44	3,26	4,07	4,88	5,70	6,51	7,33	8,14
	0,58	1,16	1,74	2,32	2,90	3,48	4,06	4,65	5,23	5,81
$54\frac{1}{4}$ u. $35\frac{3}{4}$	0,81	1,62	2,43	3,25	4,06	4,87	5,68	6,49	7,30	8,12
	0,58	1,17	1,75	2,34	2,92	3,51	4,06	4,67	5,26	5,84
54 u. 36	0,81	1,62	2,43	3,24	4,05	4,85	5,66	6,47	7,28	8,09
	0,59	1,18	1,76	2,35	2,94	3,52	4,11	4,70	5,29	5,88

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$53\frac{3}{4}$ und $36\frac{1}{4}$	0,81	1,61	2,42	3,23	4,03	4,83	5,65	6,45	7,26	8,06
	0,59	1,18	1,77	2,37	2,96	3,55	4,14	4,73	5,32	5,91
$53\frac{1}{2}$ u. $36\frac{1}{2}$	0,80	1,61	2,41	3,22	4,02	4,82	5,63	6,43	7,23	8,04
	0,59	1,19	1,78	2,38	2,97	3,57	4,16	4,76	5,35	5,95
$53\frac{1}{4}$ u. $36\frac{3}{4}$	0,80	1,60	2,40	3,21	4,01	4,81	5,61	6,41	7,21	8,01
	0,60	1,20	1,79	2,39	2,99	3,59	4,19	4,79	5,38	5,98
53 u. 37	0,80	1,60	2,40	3,19	3,99	4,79	5,59	6,39	7,19	7,99
	0,60	1,20	1,81	2,41	3,01	3,61	4,21	4,81	5,42	6,02
$52\frac{3}{4}$ u. $37\frac{1}{4}$	0,80	1,59	2,39	3,18	3,98	4,78	5,57	6,37	7,16	7,96
	0,61	1,21	1,82	2,42	3,03	3,63	4,24	4,84	5,45	6,05
$52\frac{1}{2}$ u. $37\frac{1}{2}$	0,79	1,59	2,38	3,17	3,97	4,76	5,57	6,35	7,14	7,93
	0,61	1,22	1,83	2,44	3,04	3,65	4,26	4,87	5,48	6,09
$52\frac{1}{4}$ u. $37\frac{3}{4}$	0,79	1,58	2,37	3,16	3,95	4,74	5,53	6,33	7,12	7,91
	0,61	1,22	1,84	2,45	3,06	3,67	4,29	4,90	5,51	6,12
52 u. 38	0,79	1,58	2,36	3,15	3,94	4,73	5,52	6,30	7,09	7,88
	0,62	1,23	1,85	2,46	3,08	3,69	4,31	4,93	5,54	6,16
$51\frac{3}{4}$ u. $38\frac{1}{4}$	0,78	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
	0,62	1,24	1,86	2,48	3,10	3,71	4,33	4,95	5,57	6,19
$51\frac{1}{2}$ u. $38\frac{1}{2}$	0,78	1,57	2,35	3,13	3,91	4,70	5,48	6,26	7,04	7,83
	0,62	1,25	1,87	2,49	3,11	3,74	4,36	4,98	5,60	6,23
$51\frac{1}{4}$ u. $38\frac{3}{4}$	0,78	1,56	2,34	3,12	3,90	4,68	5,46	6,24	7,02	7,80
	0,63	1,25	1,88	2,50	3,13	3,76	4,38	5,01	5,63	6,26
51 u. 39	0,78	1,55	2,33	3,11	3,89	4,66	5,44	6,22	6,99	7,77
	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15	3,77	4,41	5,03	5,66	6,29
$50\frac{3}{4}$ u. $39\frac{1}{4}$	0,77	1,55	2,31	3,10	3,87	4,65	5,42	6,19	6,97	7,74
	0,63	1,27	1,90	2,53	3,16	3,80	4,43	5,06	5,69	6,33
$50\frac{1}{2}$ u. $39\frac{1}{2}$	0,77	1,54	2,31	3,09	3,86	4,63	5,40	6,17	6,94	7,72
	0,64	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	6,36
$50\frac{1}{4}$ u. $39\frac{3}{4}$	0,77	1,54	2,31	3,08	3,84	4,61	5,38	6,15	6,92	7,69
	0,64	1,28	1,92	2,56	3,20	3,84	4,48	5,12	5,75	6,39
50 u. 40	0,77	1,53	2,30	3,06	3,83	4,60	5,36	6,13	6,89	7,66
	0,64	1,28	1,92	2,57	3,21	3,85	4,50	5,14	5,79	6,43

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$49\frac{3}{4}$ und $40\frac{1}{4}$	0,76	1,53	2,29	3,05	3,82	4,58	5,34	6,11	6,87	7,63
	0,65	1,29	1,94	2,58	3,23	3,88	4,52	5,17	5,82	6,46
$49\frac{1}{2}$ u. $40\frac{1}{2}$	0,76	1,52	2,28	3,04	3,80	4,56	5,32	6,08	6,85	7,60
	0,65	1,30	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85	6,50
$49\frac{1}{4}$ u. $40\frac{3}{4}$	0,76	1,52	2,28	3,03	3,79	4,54	5,30	6,06	6,82	7,58
	0,65	1,31	1,96	2,61	3,26	3,92	4,57	5,22	5,87	6,53
49 u. 41	0,75	1,51	2,26	3,02	3,77	4,53	5,28	6,04	6,79	7,55
	0,66	1,31	1,97	2,62	3,28	3,94	4,59	5,25	5,90	6,56
$48\frac{3}{4}$ u. $41\frac{1}{4}$	0,75	1,50	2,26	3,01	3,76	4,51	5,26	6,01	6,77	7,52
	0,66	1,32	1,98	2,64	3,30	3,96	4,62	5,27	5,95	6,59
$48\frac{1}{2}$ u. $41\frac{1}{2}$	0,75	1,50	2,25	3,00	3,74	4,49	5,24	5,99	6,74	7,49
	0;66	1,33	1,99	2,65	3,31	3,98	4,64	5,30	5,96	6,63
$48\frac{1}{4}$ u. $41\frac{3}{4}$	0,75	1,40	2,24	2,98	3,73	4,48	5,22	5,97	6,71	7,46
	0,67	1,33	2,00	2,66	3,30	4,00	4,66	5,33	5,99	6,66
48 u. 42	0,74	1,49	2,23	2,97	3,72	4,46	5,20	5,95	6,69	7,43
	0,67	1,33	2,01	2,68	3,35	4,01	4,68	5,33	3,02	6,69
$47\frac{3}{4}$ u. $42\frac{1}{4}$	0,74	1,48	2,22	2,96	3,70	4,44	5,18	5,92	6,66	7,40
	0,67	1,34	2,02	2,69	3,36	4,03	4,71	5,38	6,05	6,72
$47\frac{1}{2}$ u. $42\frac{1}{2}$	0,73	1,47	2,21	2,95	3,69	4,42	5,16	5,90	6,64	7,37
	0,68	1,35	2,03	2,70	3,38	4,05	4,73	5,40	6,08	6,76
$47\frac{1}{4}$ u. $42\frac{3}{4}$	0,73	1,47	2,20	2,94	3,67	4,41	5,14	5,87	6,61	7,34
	0,68	1,36	2,04	2,72	3,39	4,07	4,75	5,43	6,11	6,79
47 u. 43	0,73	1,46	2,19	2,93	3,66	4,39	5,12	5,85	6,58	7,31
	0,68	1,36	2,05	2,73	3,41	4,09	4,77	5,46	6,14	6,82
$46\frac{3}{4}$ u. $43\frac{1}{4}$	0,73	1,46	2,19	2,91	3,64	4,37	5,10	5,83	6,56	7,28
	0,69	1,37	2,06	2,74	3,43	4,11	4,80	5,48	6,17	6,85
$46\frac{1}{2}$ u. $43\frac{1}{2}$	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25
	0,69	1,38	2,07	2,75	3,44	4,13	4,82	5,51	6,20	6,88
$46\frac{1}{4}$ u. $43\frac{3}{4}$	0,72	1,44	2,17	2,89	3,61	4,33	5,06	5,78	6,50	7,22
	0,69	1,38	2,07	2,77	3,46	4,15	4,84	5,53	6,22	6,92
46 u. 44	0,72	1,44	2,16	2,88	3,60	4,32	5,04	5,75	6,47	7,19
	0,69	1,39	2,08	2,78	3,47	4,17	4,86	5,56	6,25	6,95

Grade.	Meter.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
$45\frac{3}{4}$ und $44\frac{1}{4}$	0,72	1,43	2,15	2,87	3,58	4,29	5,01	5,73	6,45	7,16
	0,70	1,40	2,09	2,79	3,49	4,19	4,88	5,58	6,28	6,98
$45\frac{1}{2}$ u. $44\frac{1}{2}$	0,71	1,43	2,14	2,86	3,57	4,28	4,99	5,70	6,42	7,13
	0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,21	4,91	5,61	6,31	7,01
$45\frac{1}{4}$ u. $44\frac{3}{4}$	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,26	4,97	5,68	6,39	7,10
	0,70	1,41	2,11	2,82	3,52	4,22	4,93	5,63	6,34	7,04
45 u. 45	0,71	1,41	2,12	2,83	3,54	4,24	4,95	5,66	6,36	7,07
	0,71	1,41	2,12	2,83	3,54	4,24	4,95	5,66	6,36	7,07

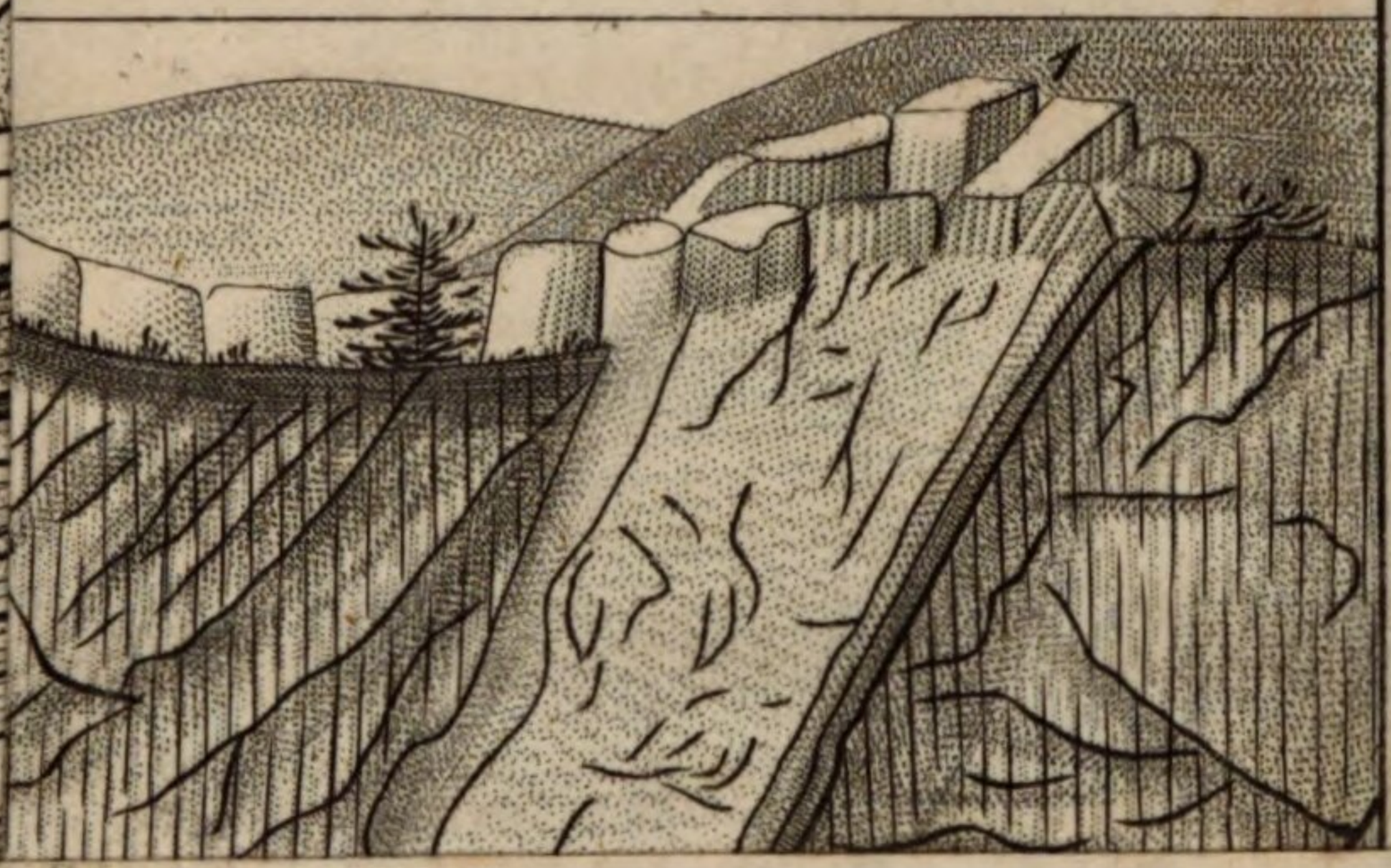
Berichtigungen und Nachträge.

Seite 34 Zeile 29 von oben ist nachzutragen: Karsten's Archiv, Bd. VI. S. 3.
— 35 — 2 — — u. a. m. a. O. lies Versucharbeiten statt Versuchsarbeiten.
— 58 — 7 — — lies Kostenberechnung statt Kosten.
— 59 — 17 — — lies Jars statt Fars.
— 76 Zu den hier aufgeführten Schriften und Abhandlungen ist noch zu fügen: Rengger über die Gewinnung des Salzes aus Bohrlöchern, besonders in Hinsicht auf die Schweiz, in v. Leonhard's Taschenbuche für Mineralogie, Jahrg. 1824. S. 775.
— 129 Zeile 4 von oben lies Posberg statt Fosberg.
— 141 — 34 — — lies Wetzschieferbrüche statt Wetschieferbrüche.
— 158 — 35 — — u. a. m. a. O. lies Schächte statt Schachte.
— 173 — 26 — — lies Fig. 8. Taf. XI. statt Fig. 7. Taf. V.
— 198 — 31 — — folgt auf Karsten: (metallurgische Reise, S. 78 ꝛc.)
— 253 — 19 — — lies Haspelgeviere statt Haspelgevierte.
— 265 — 31 — — Die hier aufgeführten Nrn. von Dingler's polytechnischem Journale gehören zu dem Citate über Dampfwagen auf Seite 271.
— 267 — 27 — — lies Rothehütte statt Rethehütte.
— 334 — 18 — — u. a. m. a. O. lies Büchsen statt Buchsen.
— 401 — 27 — — lies Taf. 11. statt Taf. II.

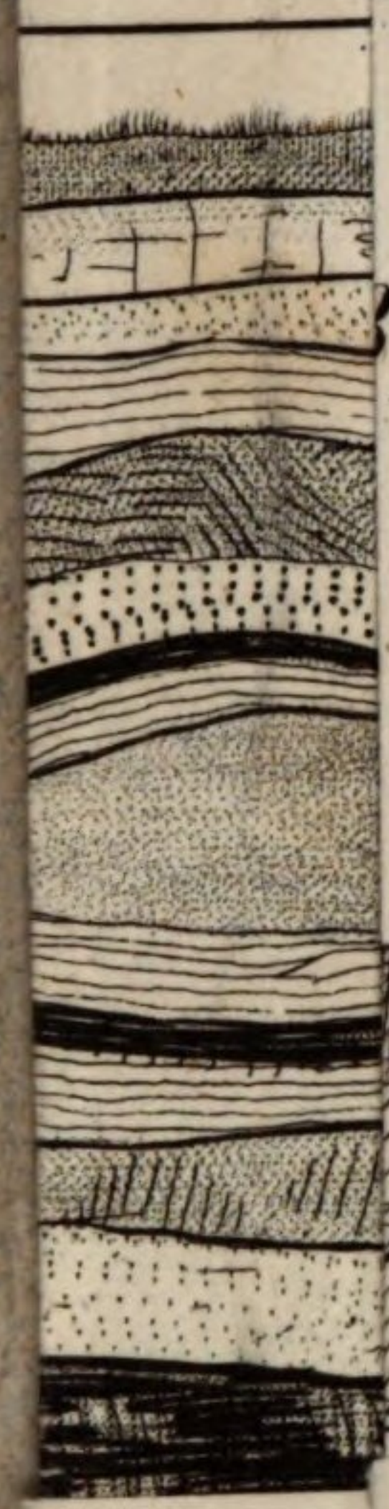
Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

Bayerische Staatsbibliothek München

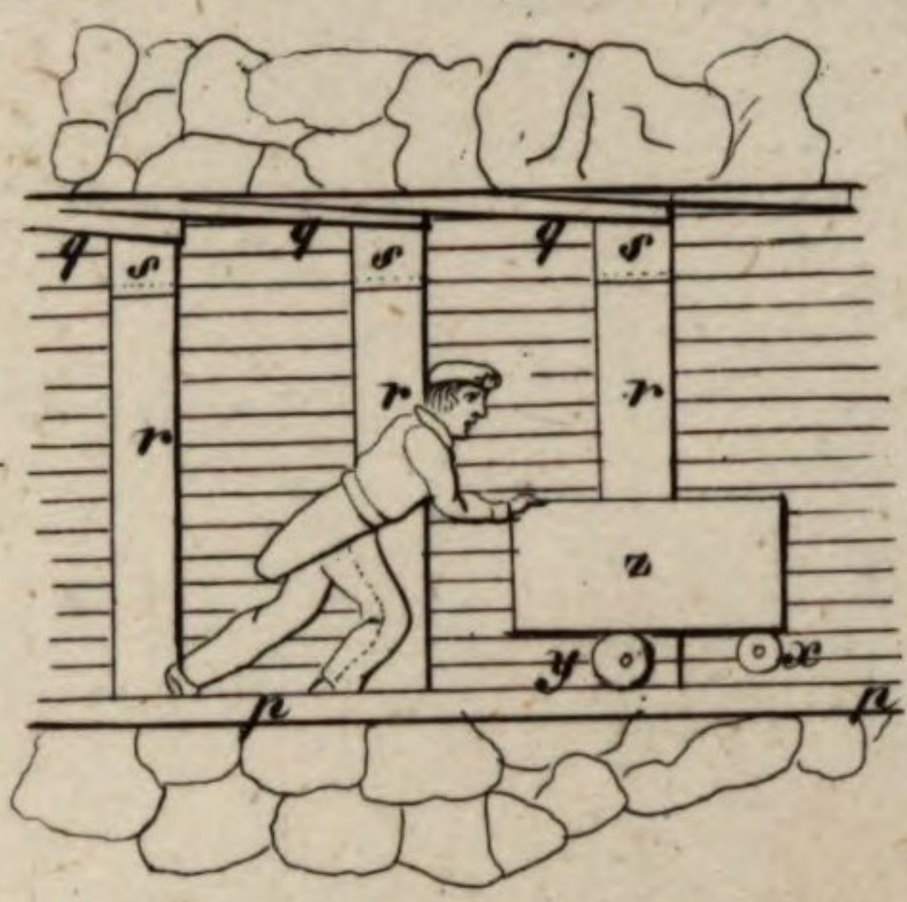
3.



Bayerische
Staatsbibliothek
München



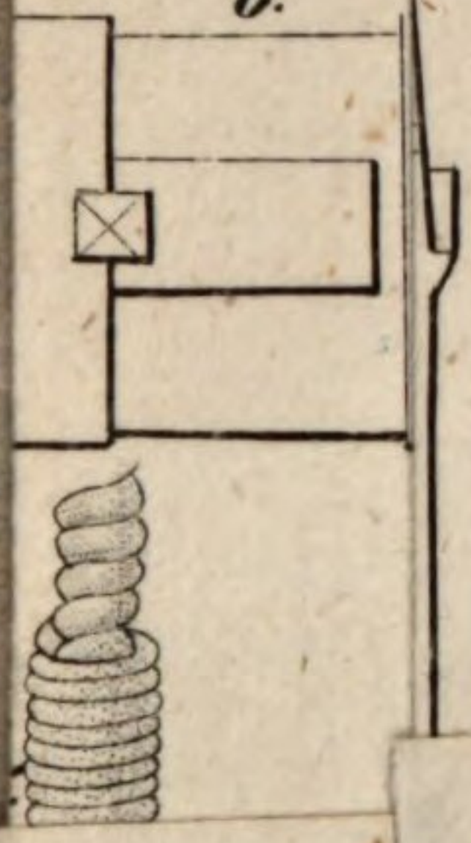
8.



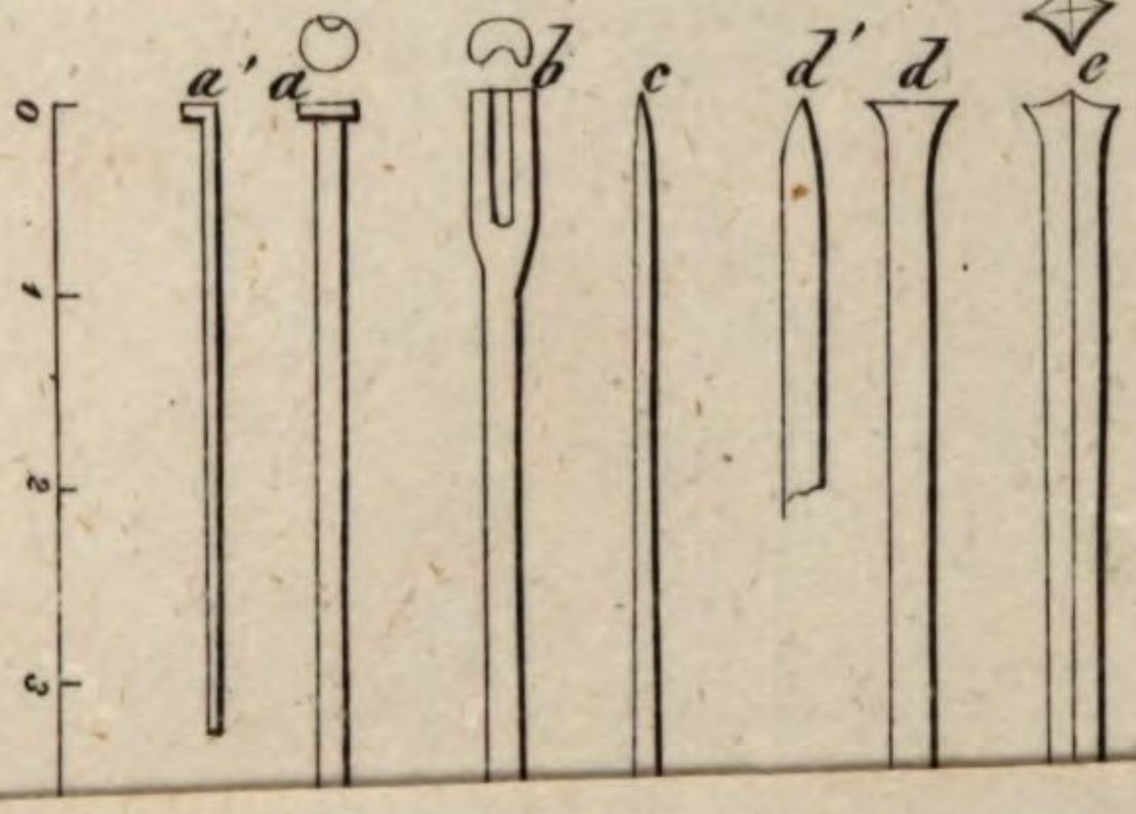
9.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

6.



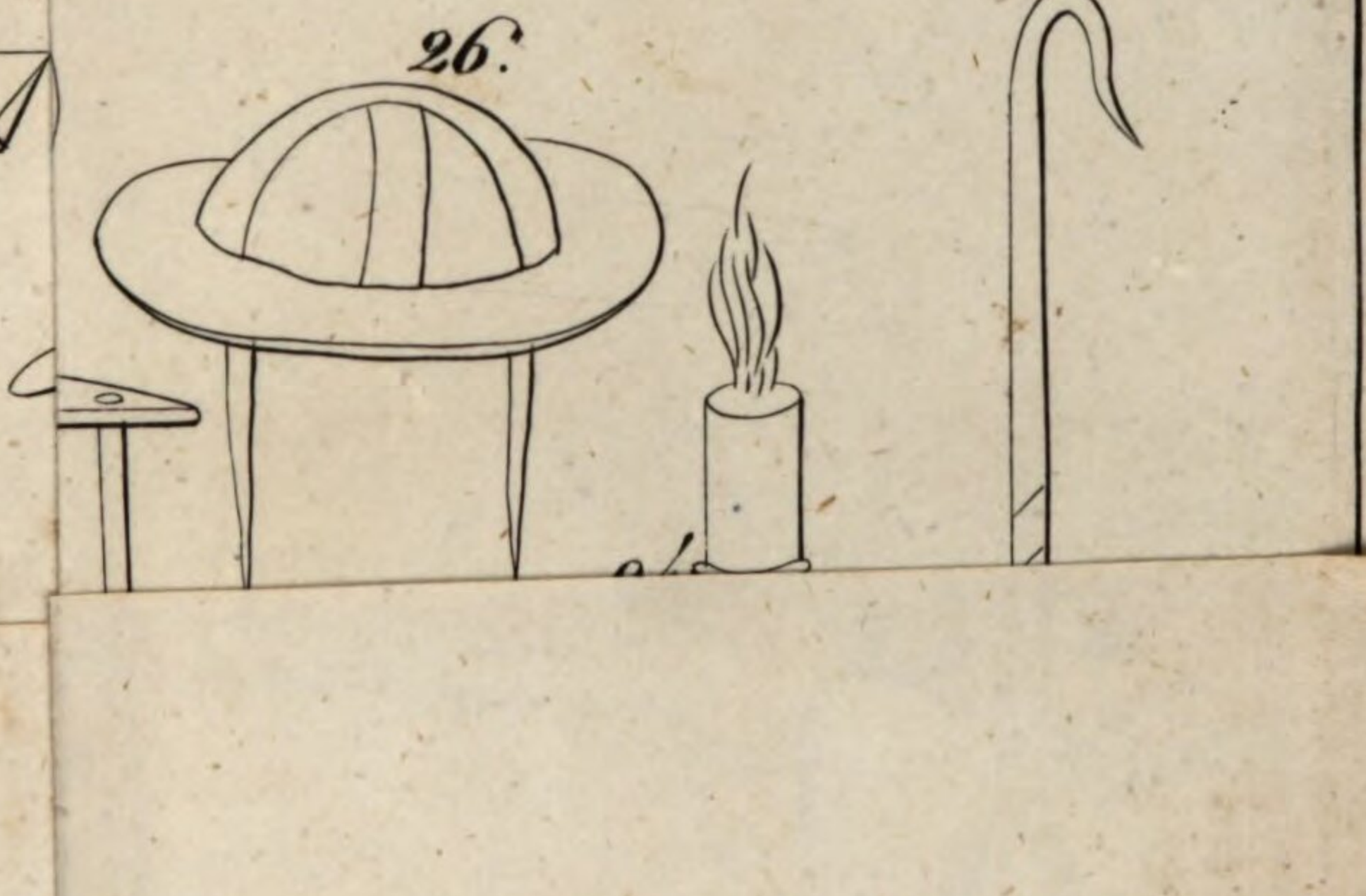
18.



Bayerische
Staatsbibliothek
München

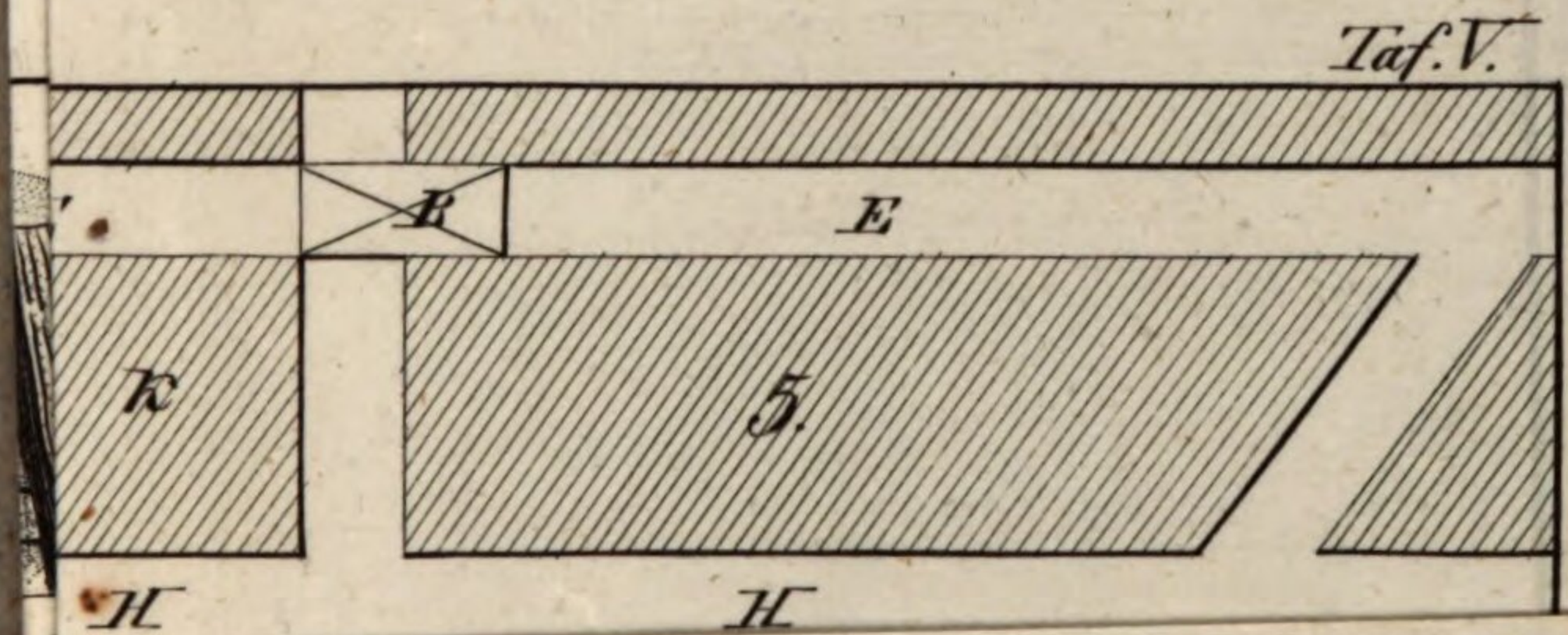
Taf. IV.

26.

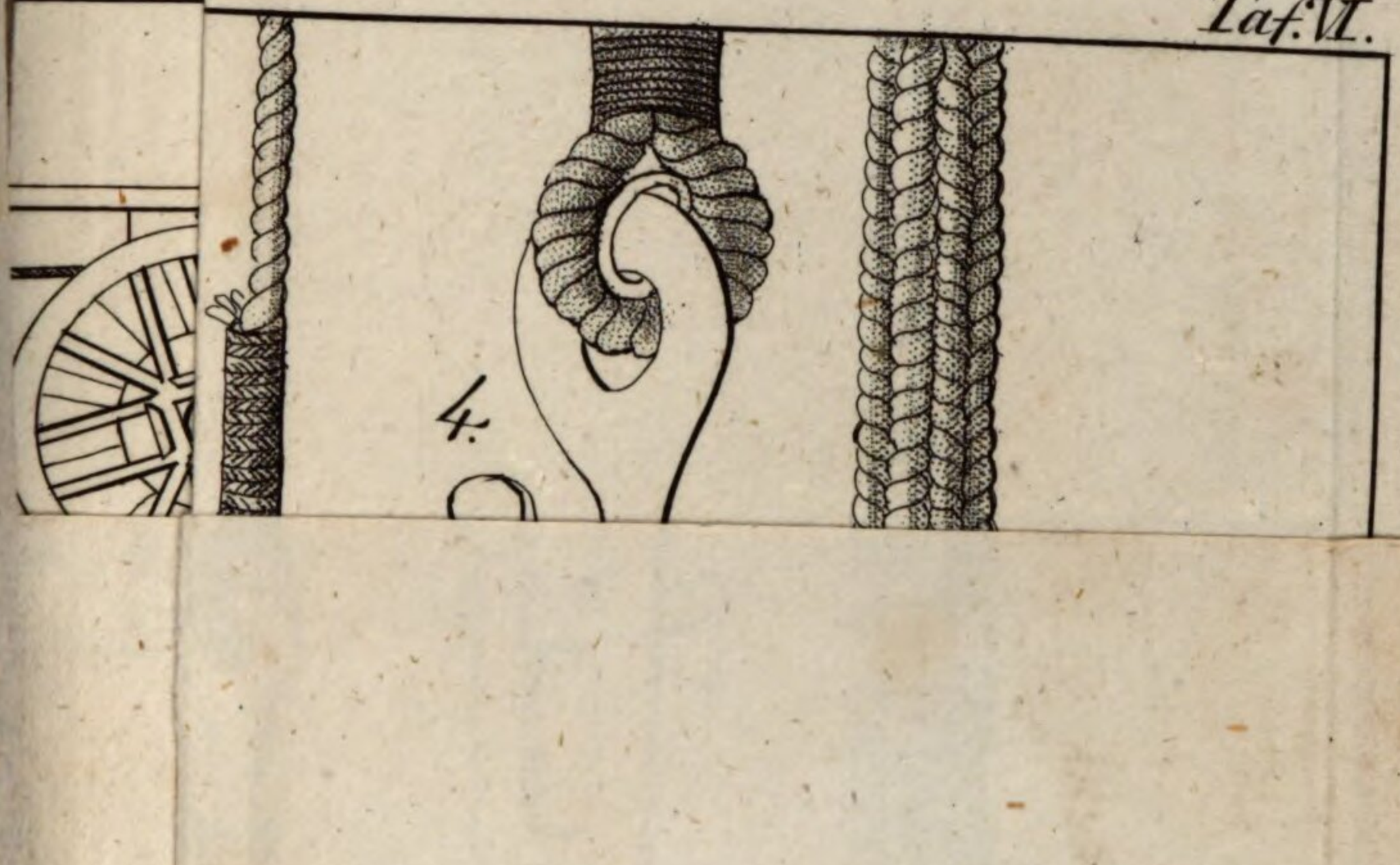


Bayerische
Staatsbibliothek
München

Taf. V.

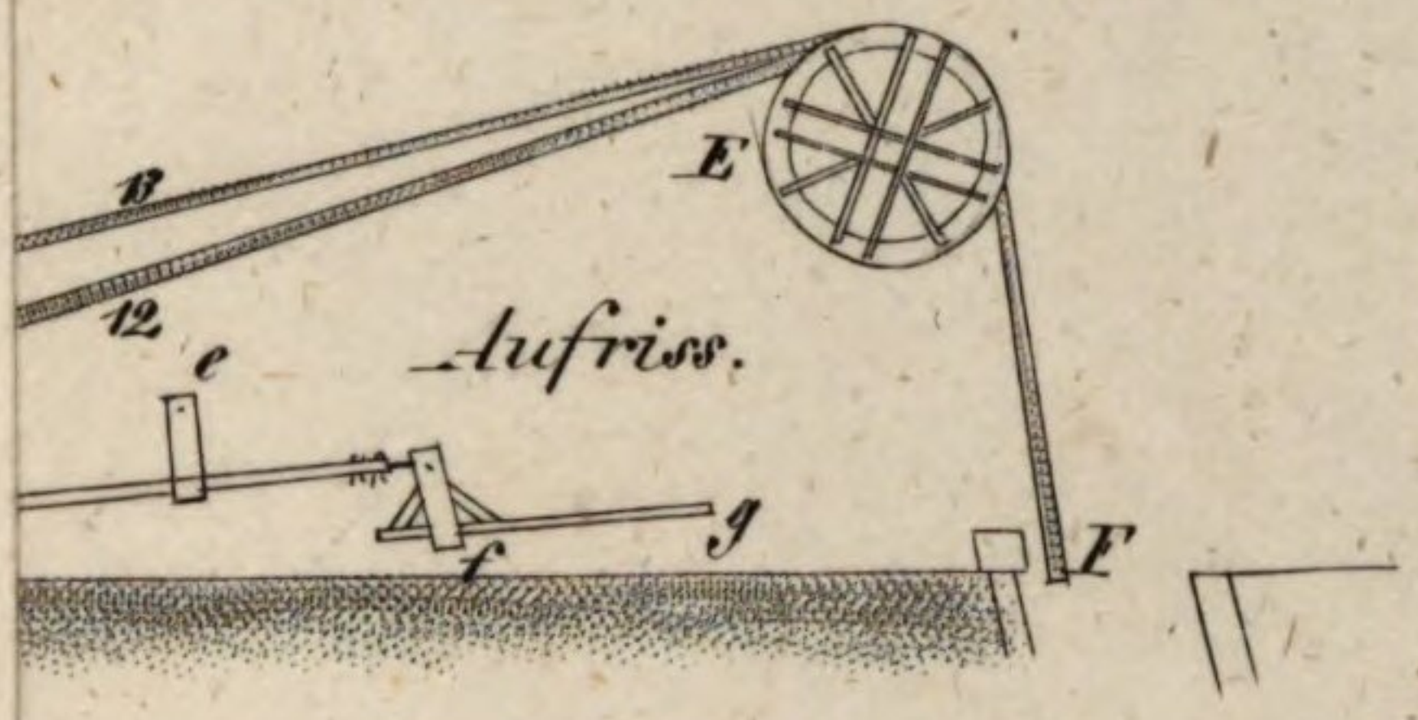


Bayerische
Staatsbibliothek
München


4.

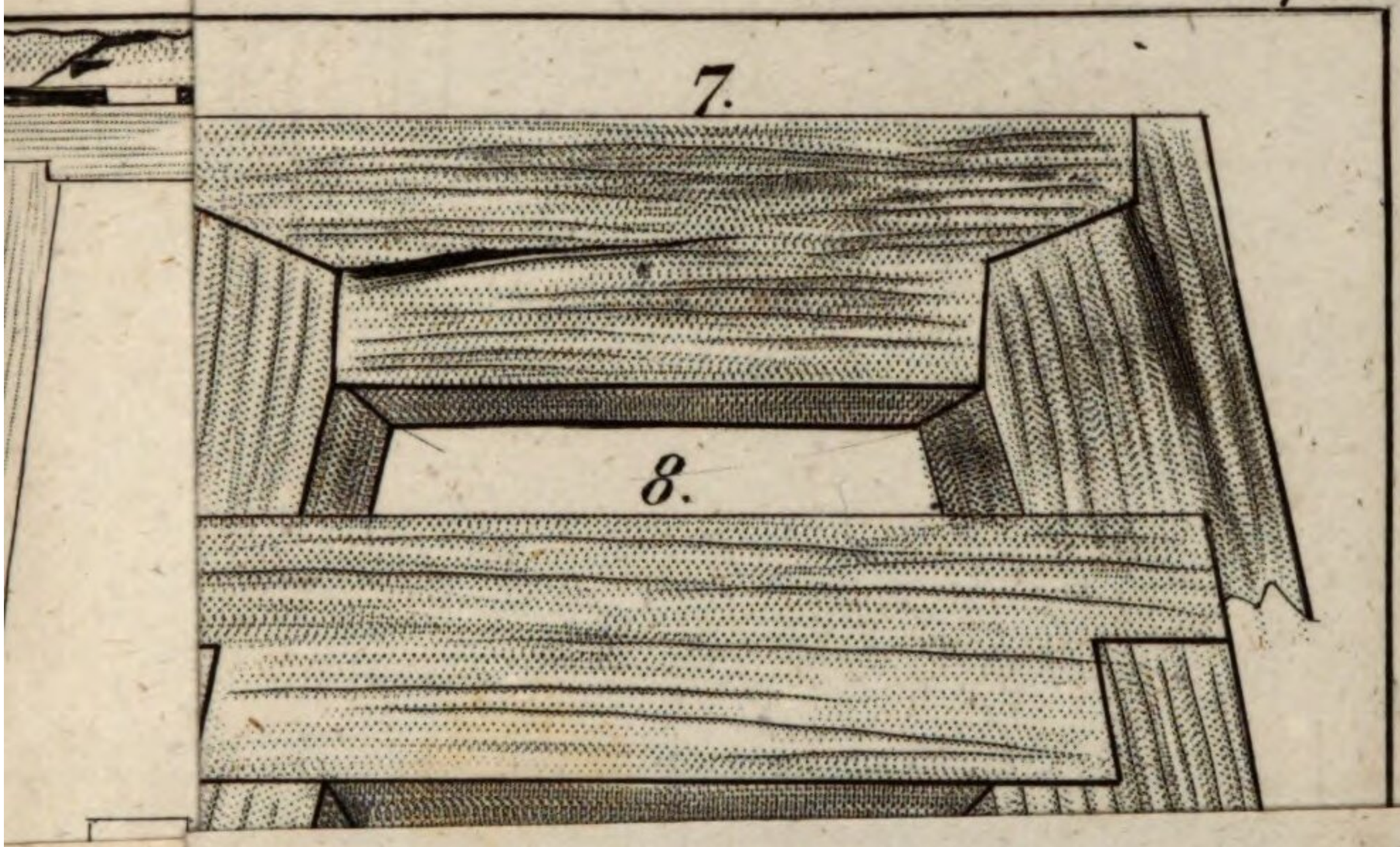
Bayerische
Staatsbibliothek
München

Taf. VII.



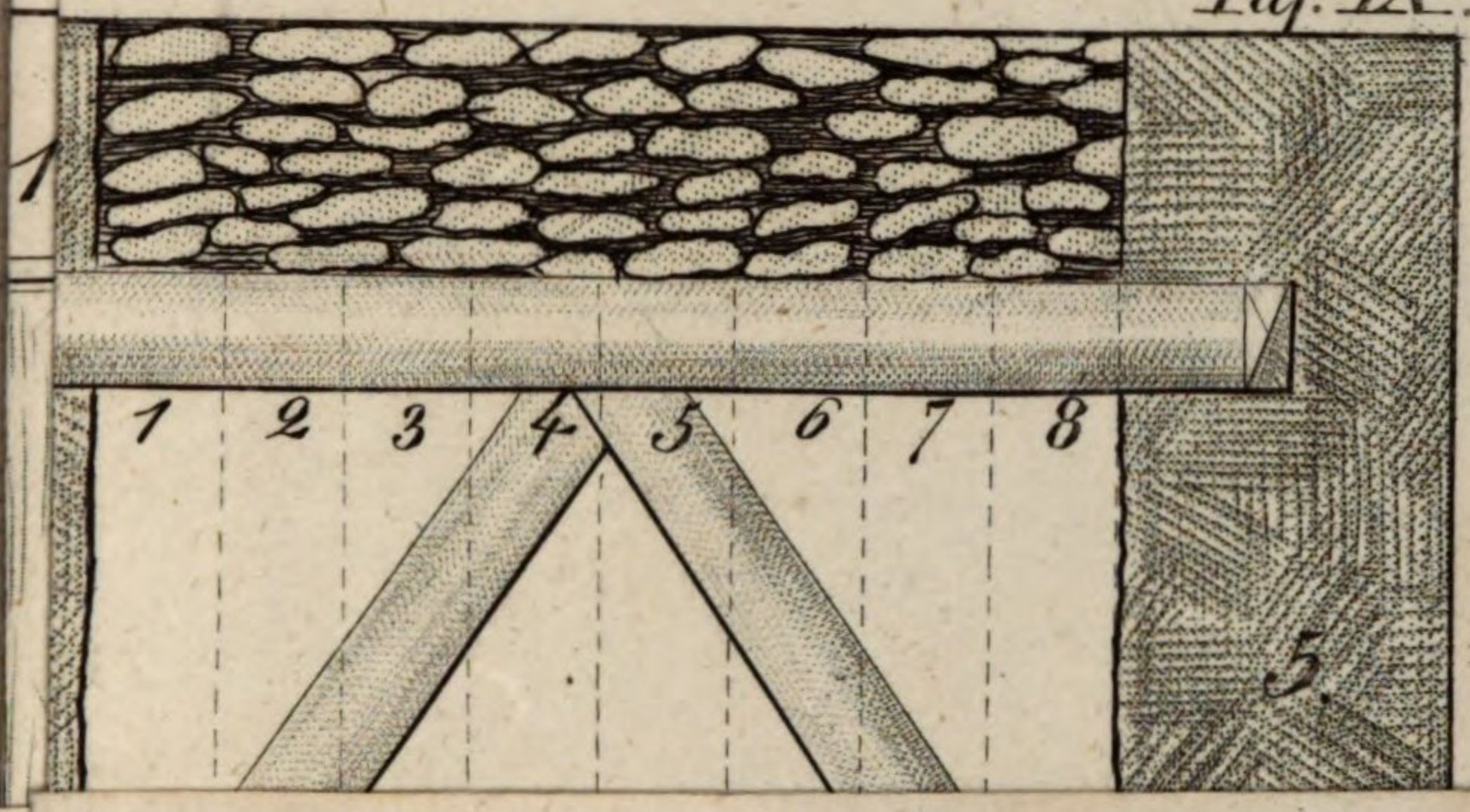
Bayerische
Staatsbibliothek
München

Taf. VIII.



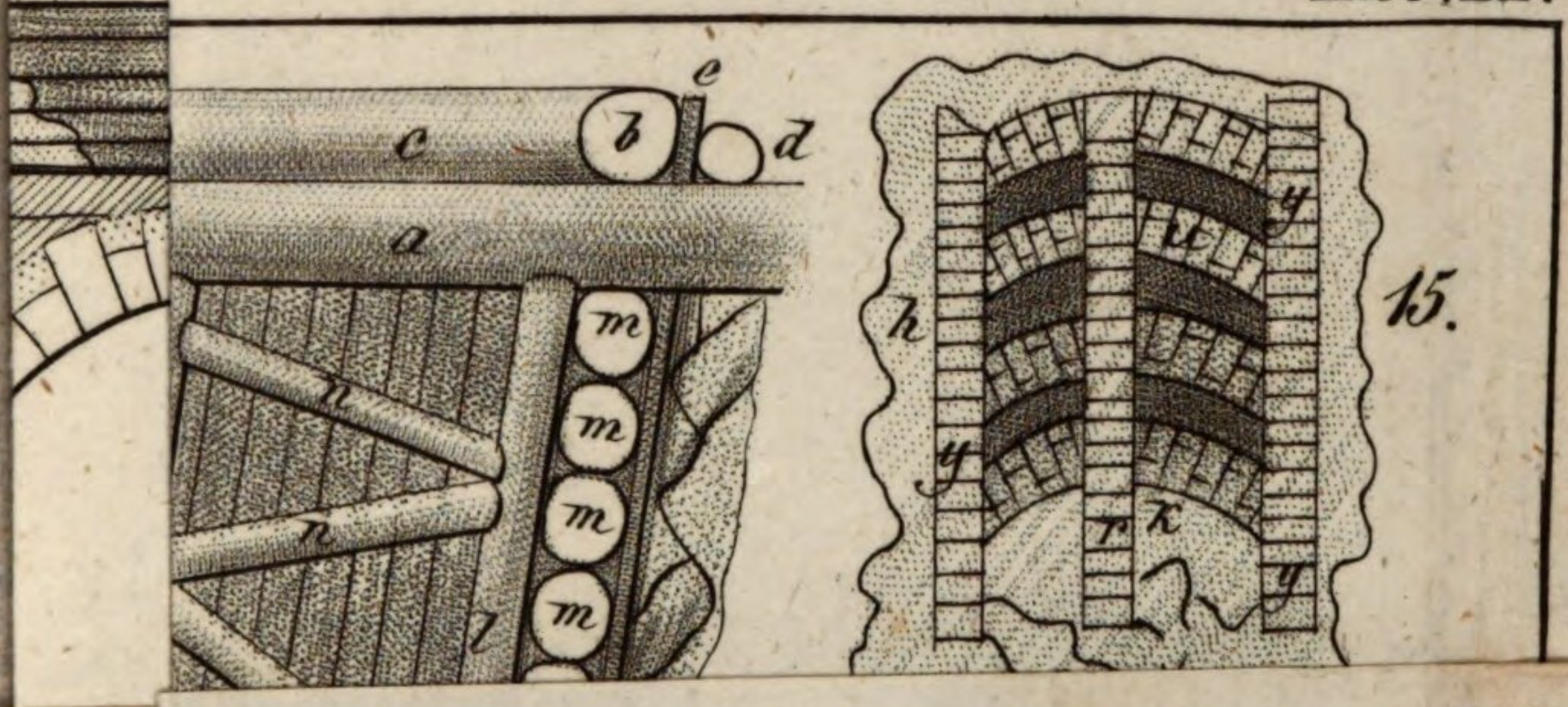
Bayerische
Staatsbibliothek
München

Taf. IX.



Bayerische
Staatsbibliothek
München

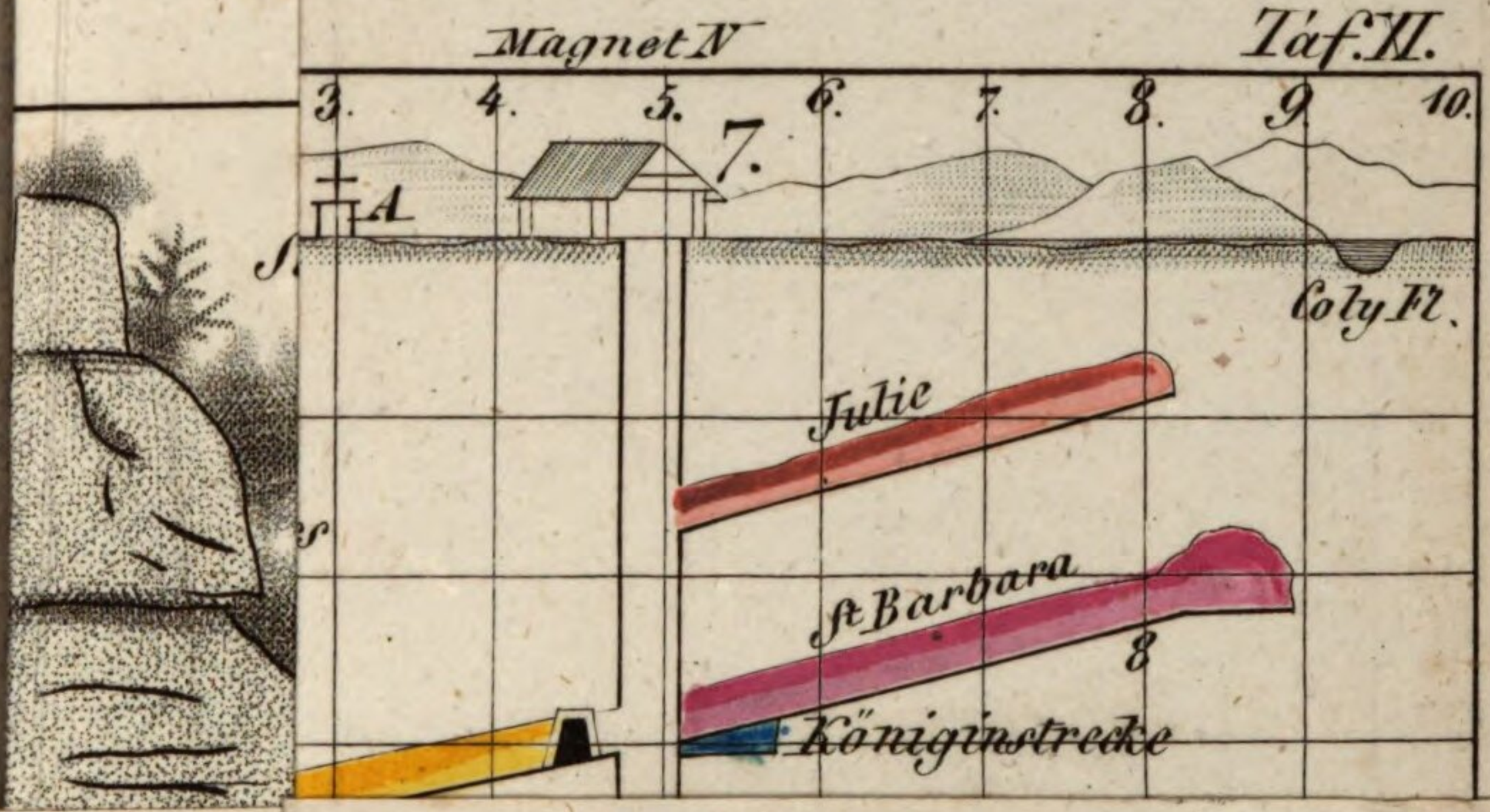
Tab. X.

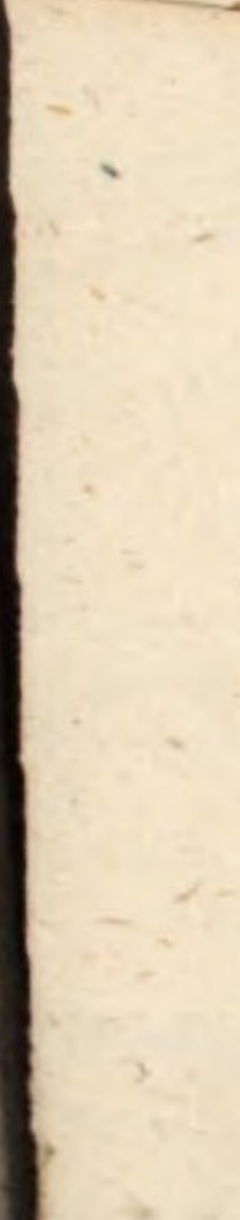


Bibliothek
München

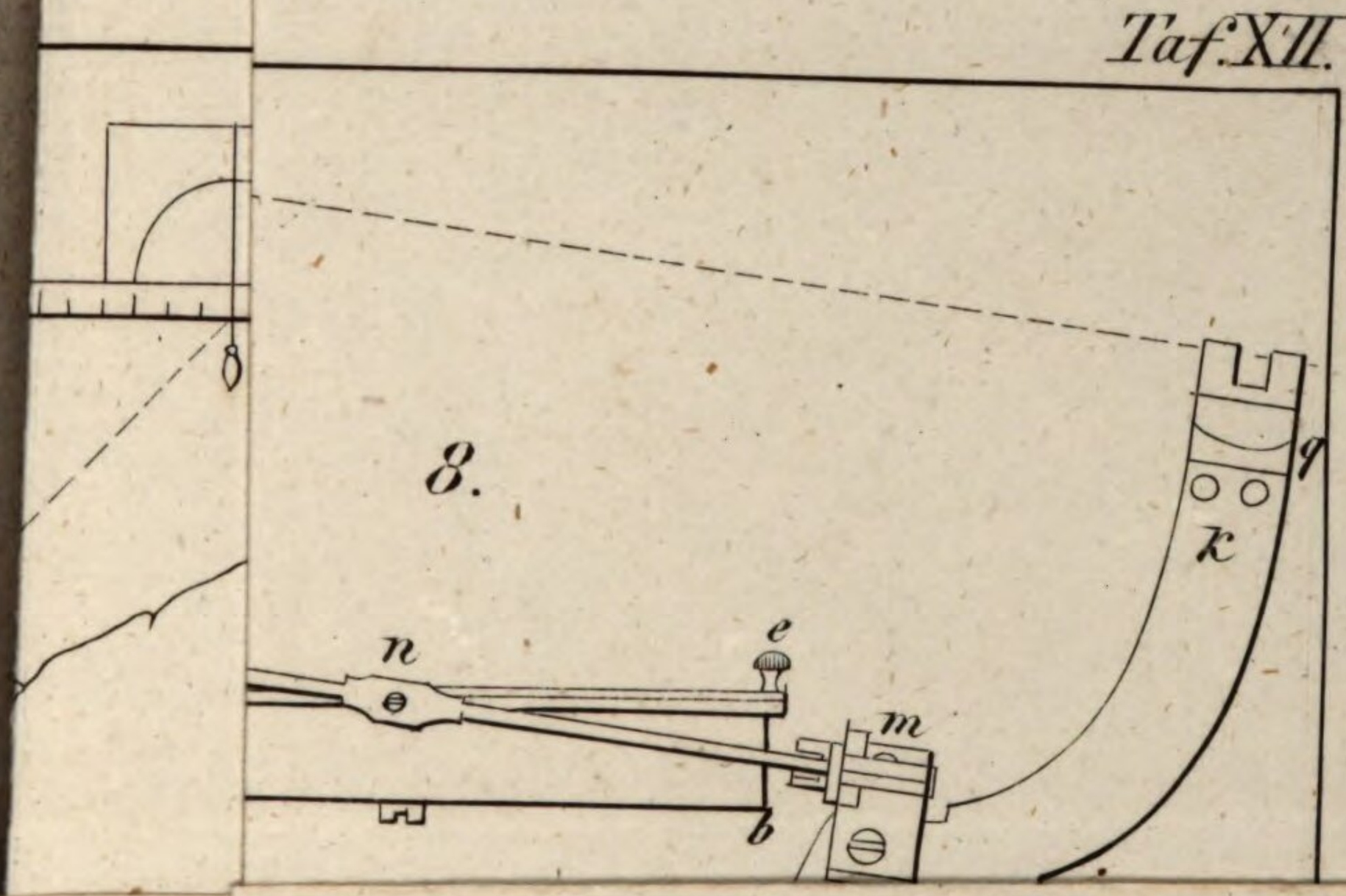
Magnet N

Taf. XI.





Taf. XII.



Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Brard, Cyprien-Prosper,

Grundriß der Bergbaukunde

Berlin 1830
BHS I B 21
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10705486-2